

**DOCUMENTO N° 3:**  
**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

## **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES**



## ÍNDICE

1	ALCANCE Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	1
1.1	AGRUPACIÓN DE VERTIDOS .....	1
1.2	EDAR .....	1
1.2.1	Línea de agua .....	1
1.2.2	Línea de fangos .....	2
1.2.3	Línea de gas.....	2
1.3	ESTACIONES DE BOMBEO .....	3
1.3.1	Estación de bombeo y tanque de tormentas de los Barrios: .....	3
1.3.2	Estación de bombeo Puente Romano .....	4
1.3.3	Estación de bombeo de Guadacorte .....	4
1.3.4	Estación de bombeo de Carteia .....	5
1.3.5	Estación de bombeo de San Roque .....	5
1.4	COLECTORES .....	6
1.4.1	Impulsiones .....	6
1.4.2	Conducción EBAR los Barrios a EBAR Pte. Romano .....	6
1.4.3	Conducción EB Pte Romano – EB Guadacorte .....	7
1.4.4	Conducción EB Guadarranque – EDAR San Roque.....	8
1.4.5	Conducción EB. San Roque - EDAR San Roque .....	9
1.4.6	Conducción EB Carteya – EDAR San Roque.....	9
2	PRESCRIPCIONES GENERALES, DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO .....	9
2.1	DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS EMPLEADOS EN ESTAS PRESCRIPCIONES	9
2.2	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS .....	11
2.2.1	Pliego de Prescripciones Técnicas particulares.....	11
2.2.2	Planos .....	11
2.2.3	Compatibilidad y Prelación de Documentos .....	11
2.2.4	Documentos que se entregan al contratista .....	12
2.3	PRESCRIPCIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	13
2.3.1	Prescripción general .....	13
2.3.2	Prescripción particular.....	13
2.4	DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS .....	20
2.4.1	Dirección de las obras .....	20
2.4.2	Funciones de la dirección de obra .....	20
2.4.3	Inspección de las obras.....	20
2.4.4	Oficinas y personal facultativo del contratista .....	21
2.4.5	Partes e informes .....	21
2.4.6	Órdenes al contratista .....	21
2.4.7	Libro de incidencias .....	22
2.4.8	Director de las Obras.....	22
2.5	TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	23

2.5.1	Replanteo general de las obras y comprobación del mismo .....	23
2.5.2	Programa de trabajo .....	23
2.5.3	Iniciación de las obras.....	24
2.5.4	Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos .....	24
2.5.5	Terrenos disponibles para vertederos y productos de préstamos .....	24
2.5.6	Accesos a las obras .....	25
2.5.7	Instalaciones y obras auxiliares.....	25
2.6	DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS.....	25
2.6.1	Replanteo de detalle de las obras .....	25
2.6.2	Maquinaria y personal de la obra .....	26
2.6.3	Normas para la Realización de Trabajos con Maquinaria para Obras .....	26
2.6.4	Materiales.....	27
2.6.5	Acopios .....	28
2.6.6	Ensayos .....	28
2.6.7	Adecuación ambiental del proyecto.....	28
2.6.8	Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC).....	36
2.6.9	Trabajos Nocturnos .....	40
2.6.10	Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos.....	40
2.6.11	Mantenimiento de servicio, tráfico y paso .....	40
2.6.12	Señalización de las Obras.....	40
2.6.13	Explosivos y Equipos para Explosivos .....	41
2.6.14	Precauciones especiales durante la ejecución de las obras.....	41
2.6.15	Modificación de Obra .....	42
2.6.16	Suspensión de las obras.....	42
2.6.17	Obras y servicios auxiliares .....	42
2.7	VALLADO, SEÑALIZACIÓN Y ENTORNO DE LA OBRA.....	42
2.8	CARTELES ANUNCIADORES .....	43
2.9	FOTOGRAFÍAS.....	43
2.10	ALMACENES.....	43
2.11	OFICINAS DE OBRA DE LA ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRA.....	43
2.12	CONSERVACIÓN DE LA OBRA.....	43
2.13	PRUEBAS Y ENSAYOS PREVIOS A LA RECEPCIÓN.....	43
2.14	GASTOS DE LAS PRUEBAS.....	44
2.15	PRUEBAS DE RENDIMIENTO DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA.....	44
2.16	ACTAS DE PRUEBAS.....	45
2.17	OBRAS PREPARATORIAS Y ACCESOS.....	45
2.17.1	Definición.....	45
2.17.2	Obras preparatorias .....	45
2.17.3	Accesos .....	46
2.18	EQUIPOS .....	46

2.19	DERECHO DE PASO Y MANTENIMIENTO DE SERVICIO .....	46
2.20	REPARACIÓN DE DAÑOS.....	46
2.21	DEMOLICIÓN DE OBRAS TEMPORALES .....	46
2.22	RESTAURACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE LOCAL.....	46
2.23	PRESCRIPCIONES GENERALES PARA TODOS LOS MATERIALES .....	46
2.23.1	Procedencia .....	46
2.23.2	Calidad de los materiales.....	47
2.23.3	Examen y prueba de los materiales .....	47
2.23.4	Transporte y acopio.....	48
2.23.5	Materiales que no sean de recibo .....	48
2.23.6	Responsabilidad del contratista .....	48
2.24	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....	48
2.24.1	Generalidades .....	48
2.24.2	Modo de Abonar las obras defectuosas pero admisibles.....	49
2.24.3	Modo de Abonar las obras completas .....	49
2.24.4	Modo de Abonar las obras incompletas .....	50
2.24.5	Otras unidades .....	50
2.24.6	Abono de las Partidas Alzadas a justificar .....	50
2.24.7	Abono de los Acopios .....	50
2.24.8	Retenciones en el Abono de las obras e Instalaciones sujetas a prueba.....	51
2.24.9	Abono de obras y/o Equipos defectuosas.....	51
2.24.10	Abono de Instalaciones y Equipos de Maquinaria .....	51
2.25	OTROS GASTOS A CUENTA DEL CONTRATISTA .....	51
2.25.1	Legalización de instalaciones y equipos .....	55
2.25.2	Tramitaciones no contempladas en el PPTG.....	56
3	SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....	56
4	PLAZO.....	57
5	CONTENIDO DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	57
6	CONCLUSIONES .....	58



# 1 ALCANCE Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La actuación contempla la agrupación de vertidos de los municipios de los Barrios y San Roque, unificando estos en una única EDAR ubicada en San Roque.

La nueva EDAR de San Roque tratará todo el caudal procedente de San Roque (núcleo de San Roque, polígono industrial de Guadarranque, la estación, Taraguilla y Miraflores, y Carteia) y procedente del municipio de los Barrios (Los Barrios, ampliación Los Barrios, Palmones, Guadacorte, Cortijillos y otros), y estará dimensionada para recoger los caudales de la EDAR de La Línea, por encontrarse esta a su máxima capacidad.

## 1.1 AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

La agrupación de vertidos del presente proyecto se diseña mediante la ejecución estaciones de bombeos e impulsiones encadenadas sin necesidad de ejecutar tramos por gravedad que se encargan de transportar el caudal de aguas residuales a la nueva EDAR de San Roque.

El diseño ha tenido en cuenta el funcionamiento actual del sistema de saneamiento, que concentra los puntos de vertidos en las actuales EDAR de los Barrios, EDAR de Guadacorte, EDAR de San Roque y Guadarranque, y EDAR de Carteia.

Además de estos puntos de vertido existentes, se ha contemplado el desarrollo urbanístico conforme los P.G.O.U. de los municipios, y sus zonas de expansión. De esta forma se ha determinado el caudal actual y futuro de desarrollo en un periodo estimado de 25 años.

Es importante indicar que el sistema actual es unitario, mientras que los desarrollos futuros no vinculados al sistema actual se deberán desarrollar separativos, siendo los caudales vertientes los correspondientes a las aguas residuales y no de pluviales. Por otro lado, existen puntos de alivio de la red actual que deben ser modificados para concentrar las cargas en los puntos de recogida proyectados.

## 1.2 EDAR

### 1.2.1 Línea de agua

Que se desarrollará a través de los siguientes procesos unitarios:

- Cámara de recepción de bombeos
- Tamiz de aliviadero
- Tamizado
- Desarenado desengrase
- Tratamiento de arenas
- Tanque de Regulación
- Limpiadores basculantes
- Decantación primaria
- Baipás y Puntos de Alivio
- Proceso Biológico
- Decantación secundaria
- Tratamiento terciario
- Filtración
- Desinfección



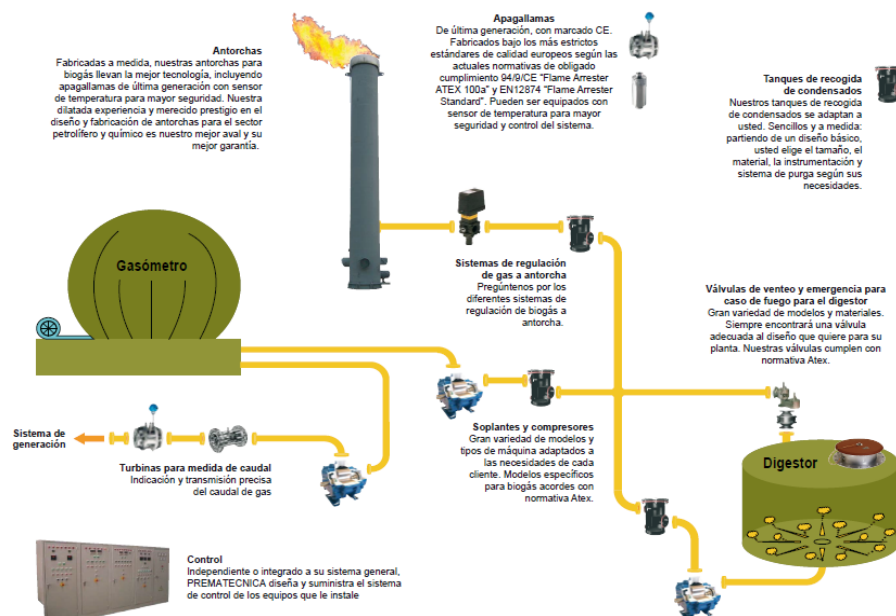
- Tanque de almacenamiento de agua tratada
- Instalaciones complementarias
- Destino del agua regenerada

### 1.2.2 Línea de fangos

- Espesamiento
- Mezcla de fangos espesados
- Digestión anaerobia
- Tipología del digestor
- Tratamiento térmico
- Pasteurización
- Hidrólisis térmica
- Almacenamiento de fangos digeridos
- Deshidratación
- Preparación de polielectrolito
- Tolva de fangos

### 1.2.3 Línea de gas

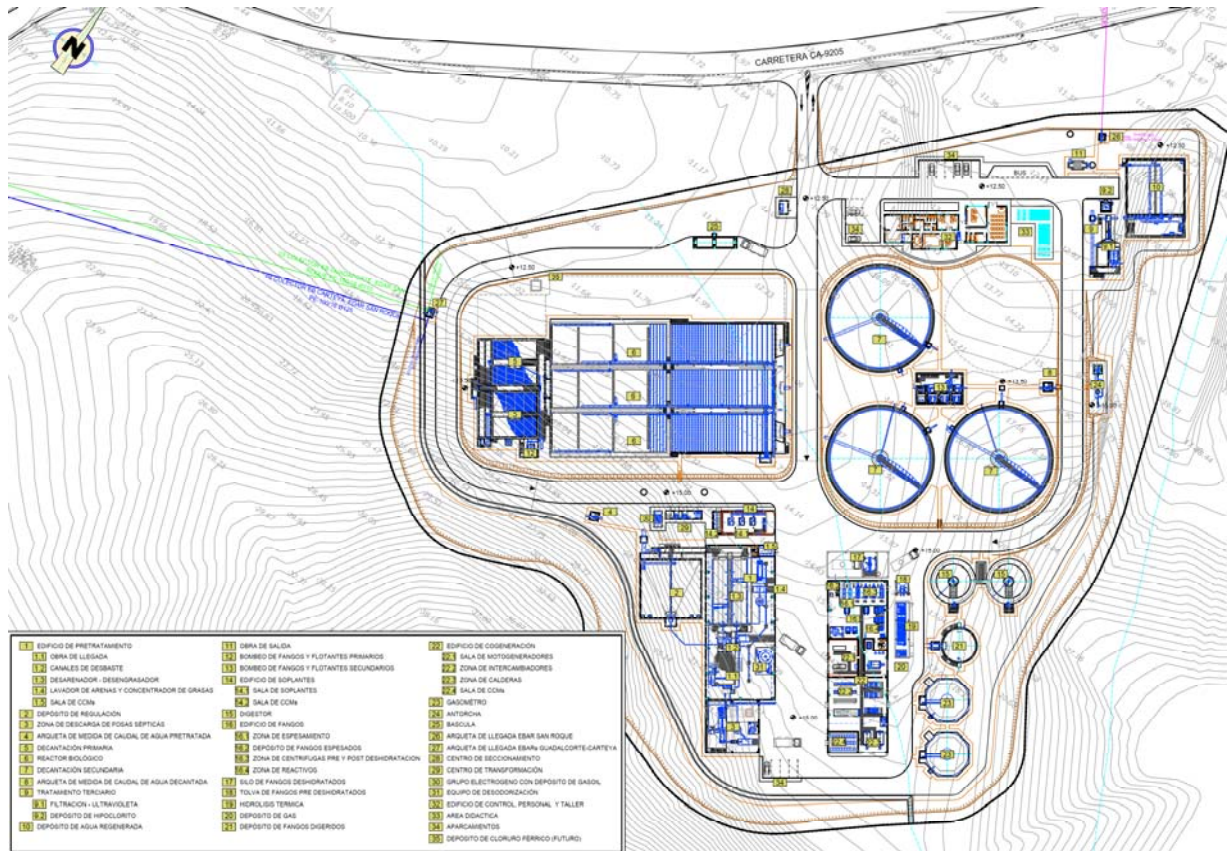
Que incluye el siguiente equipamiento.



- Gasómetro
- Antorchas
- Cogeneración

La EDAR estará equipada con un grupo electrógeno alimentado por biogás, de 250 KW.

Y además este proyecto contempla el aprovechamiento del calor de los gases de escape de los generadores. Está demostrado que esta recuperación puede llegar a aportar la práctica totalidad del calor necesario para el mantenimiento del fango en los digestores y/o para el tratamiento térmico.



Implantación de la EDAR de San Roque

### 1.3 ESTACIONES DE BOMBEO

Respecto los puntos de recogida de caudales, las infraestructuras previstas son las siguientes:

#### 1.3.1 Estación de bombeo y tanque de tormentas de los Barrios:

Ubicada en la parcela colindante de la EDAR de los Barrios, con una superficie estimada de 7.200 m<sup>2</sup>.

La ubicación seleccionada se encuentra en zona inundable (T=500 años), pero fuera del D.P.H. Para la protección de los equipos y elementos eléctricos se ejecutará la plataforma de urbanización por encima de la cota estimada de T=500 años (cota estimada es la 6,5 m.s.n.m.)

La estación de bombeo Los Barrios, recogerá los vertidos procedentes del casco antiguo de los Barrios, sus ampliaciones y el desarrollo del Parque tecnológico. Para ello, se interferirán los colectores que vierten al pretratamiento de la EDAR, mediante la ejecución de una arqueta de reunión, y un colector DN 1.200 mm HA que se conectará con el pozo de gruesos de la EBAR.

La estación de bombeo dispondrá de pozo de gruesos con rejas fijas de gruesos, canal de predesbaste donde se ubicará rejas automáticas que limitarán el paso de gruesos al bombeo, cámara húmeda de bombeo y cámara seca de bombeo. En la cámara seca se dispondrá de 6 grupos de bombeo compuestos por dos tipologías de bombes Bombas tipo-1 de gran caudal (2+1R) encargados de cubrir la gama de caudales prevista de 2Qm a 5Qm y bombas de tipo-2 (2+1R) encargadas de cubrir los caudales mínimos y medios previstos de 0,5Qm a 1,5 Qm.

La estación de bombeo estará cubierta por una nave que dispondrá de desodorización y otros elementos necesarios para su correcto funcionamiento. La nave de cubrición se diseña mediante estructura metálica con cerramiento estético de paneles prefabricados y cubierta de panel sándwich. La altura prevista de la nave sobre la cota de urbanización es de 7,30m

El tanque de tormentas será enterrado y tendrá un volumen útil de 2.500 m<sup>3</sup> dimensionado para recoger los caudales de pluviales contaminantes de primeros lavados (20 minutos).

### **1.3.2 Estación de bombeo Puente Romano**

Ubicado en las proximidades de Puente Romano y el cauce del río Guadacortes donde verterán las aguas residuales previstas en el PGOU de la ampliación de los Barrios, Puente Romano y desarrollos industriales adosados. La superficie afectada se estima en 3.200 m<sup>2</sup>. El acceso se realizará por el camino de servicio de la conducción de abastecimiento en alta (3xDN1000 mm).

La estación de bombeo dispondrá de arqueta de rotura donde se conectará la impulsión de los Barrios y futuras conexiones. Tras la arqueta de rotura se dispondrá de pozo de gruesos con rejillas fijas de gruesos, canal de predesbaste donde se ubicará rejillas automáticas que limitarán el paso de gruesos al bombeo, cámara húmeda de bombeo y cámara seca de bombeo, todo ello cubierto por una nave que dispondrá de desodorización y otros elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

La nave de cubrición se diseña mediante estructura metálica con cerramiento estético de paneles prefabricados y cubierta de panel sándwich. La altura prevista de la nave sobre la cota de urbanización es de 7,30m

### **1.3.3 Estación de bombeo de Guadacorte**

Recoge las aguas de Guadacorte, Palmones y Cortijitos, y aquellos que pudieran ser enviados por las nuevas estaciones de bombeo proyectadas (EBAR Pte. Romano).

La estación de bombeo y tanque se ubica dentro de la parcela de la EDAR de Guadacorte.

Dicha parcela se encuentra dentro de la plana de inundación T=500 años. La cota de la plana de inundación para T=50 años es la 2,2 m.s.n.m., por lo que se adopta una plataforma de urbanización a la cota 2,8, que protegerá las instalaciones de inundaciones con periodos de retorno de 50 años. En esta EBAR se desestima subir la plataforma hasta la cota de T=500 años por su imposibilidad constructiva.

La EBAR se encuentra dentro del D.P.H. por lo que no se permite la ejecución de una nave de cubrición de la misma. Es por ello que los elementos requeridos para una correcta explotación (depósitos de desodorización, cuadros eléctricos, etc.) estarán ubicados en la plataforma de urbanización definida anteriormente.

Los caminos de acceso a dicha plataforma parten de la cota de caminos existentes que serán inundables en cualquiera de los casos, por lo que se ha optado por que la rampa de acceso sea lo más corta posible de forma que no se genere una mota de retención innecesaria. Adicionalmente se ha dispuesto de obras de drenaje transversal que permiten el flujo del agua en dirección al río Palmones.

Las aguas que llegan a la estación de bombeo son todas impulsadas, por lo que la estación de bombeo dispondrá una arqueta de rotura con deflector, pozo de gruesos con cesta de rejillas de gruesos, canal de predesbaste donde se ubicarán trituradores, cámara húmeda de bombeo y cámara seca de bombeo.

La estación de bombeo dispondrá de desodorización, CCMs, generador de reserva y otros elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Todos estos elementos se ubicarán en superficie.

La estación de bombeo dispondrá de un tanque de tormentas de 400 m<sup>3</sup> con objeto de laminar y recoger hasta 10 veces el caudal medio de los diferentes bombeos consecutivos de Guadacorte, Palmones y Cortijitos.

El punto de vertido será el río Guadarranque. La conexión desde la arqueta hasta el punto de vertido se ejecutará mediante un colector de DN 1200 mm HA.

Una vez terminadas las obras de la EBAR, conectada la impulsión con la EDAR y realizadas las pruebas de funcionamiento se procederá al desmontaje de las instalaciones de la EDAR de Guadacorte con una superficie edificada de 1.300 m<sup>2</sup>. Tras la ejecución de las obras se procederá a la demolición y rasanteo de la EDAR existente.

#### **1.3.4 Estación de bombeo de Carteia**

Ubicada en la actual estación de bombeo de Carteia.

La actuación se circunscribe a la reposición y sustitución de grupos de bombeos, cuadros y elementos asociados para impulsar el caudal de diseño manteniendo la misma ubicación existente.

#### **1.3.5 Estación de bombeo de San Roque**

Ubicada en la parcela de la EDAR de San Roque y Guadarranque.

La ubicación seleccionada se encuentra en zona inundable (T=500 años), pero fuera del D.P.H. en la parcela colindante a la EDAR. Para la protección de los equipos y elementos eléctricos se ejecutará la plataforma de urbanización por encima de la cota estimada de T=500 años (cota estimada es la 10,0 m.s.n.m.)

La estación de bombeo recogerá los vertidos del núcleo y casco antiguo de San Roque y sus ampliaciones, las aportaciones del bombeo de la Noria, la Estación, Taraguilla y Miraflores, y las aportaciones del bombeo de Guadarranque. Dichos vertidos son actualmente recogidos por la EDAR de San Roque y EDAR de Guadarranque.

La estación de bombeo dispondrá de pozo de gruesos con rejas fijas de gruesos, canal de predesecho donde se ubicará rejas automáticas que limitarán el paso de gruesos al bombeo, cámara húmeda de bombeo y cámara seca de bombeo. En la cámara seca se dispondrá de 6 grupos de bombeo compuestos por dos tipologías de bombeos Bombas tipo-1 de gran caudal (2+1R) encargados de cubrir la gama de caudales prevista de 2Qm a 5Qm y bombas de tipo-2 (2+1R) encargadas de cubrir los caudales mínimos y medios previstos de 0.5Qm a 1,5 Qm.

La estación de bombeo estará cubierta por una nave que dispondrá de desodorización y otros elementos necesarios para su correcto funcionamiento. La nave de cubrición se diseña mediante estructura metálica con cerramiento estético de paneles prefabricados y cubierta de panel sándwich. La altura prevista de la nave sobre la cota de urbanización es de 7,30m

El tanque de tormentas será enterrado y tendrá un volumen útil de 2.500 m<sup>3</sup> dimensionado para recoger los caudales de pluviales contaminantes de primeros lavados (20 minutos). Dicho volumen ha sido seleccionado por la capacidad existente de la red de colectores que se estima en 2.46 m<sup>3</sup>/s. Este valor se encuentra limitado por la capacidad de transporte de los colectores existentes y la existencia de aliviaderos en la red.

El punto de vertido será el arroyo Madre Vieja. La conexión desde la arqueta hasta el punto de vertido se ejecutará mediante un colector de 2x1000 mm HA.

Tras la ejecución de la estación de bombeo y su puesta en servicio, se procederá a la demolición, relleno de huecos, rasanteo de la actual EDAR de Guadarranque y EDAR de San Roque, manteniendo la nave de usos múltiples y viales existentes.

## 1.4 COLECTORES

### 1.4.1 Impulsiones

A continuación, se adjunta cuadro resumen de las conducciones previstas:

Ramal	PK. medio Aprox	PKi	PKf	Long (m)	D-nominal (mm)	Material	Tipo	Cruce	D-nominal min. hincia (mm)	Tipo hincia camisa
EB-Los Barrios		0,00	655,20	655,20	500	FD	zanja			
EB-Los Barrios	0+700	655,20	778,50	123,30	500	FD	Hinca	Autovía A381	900	Helicoidal S-275JR
EB-Los Barrios		778,50	3.437,60	2.659,10	500	FD	zanja			
EB-Los Barrios	3+500	3.437,60	3.557,70	120,10	500	FD	Hinca	Autovía A381	900	Helicoidal S-275JR
EB-Los Barrios		3.557,70	4.660,30	1.102,60	500	FD	zanja			
EB Pte. Romano		0,00	2.585,00	2.585,00	600	FD	zanja			
EB Pte. Romano	2+630	2.585,00	2.795,30	210,30	600	FD	Hinca	Autovía A7, Bunker, LMT, comunicaciones, telefónica y abastecimiento	1000	Helicoidal S-275JR
EB Pte. Romano		2.795,30	3.569,00	773,70	600	FD	zanja			
EB-Guadacorte		0,00	243,36	243,36	600	FD	zanja			
EB-Guadacorte	0+320	243,36	677,25	433,89	710	PE-100/16	Hinca	Río Guadarranque	710	Dirigida PE-100/16
EB-Guadacorte		677,25	851,60	174,35	600	FD	zanja			
EB-Guadacorte		851,60	986,43	134,83	710	PE-100/16	Hinca	Arroyo Madre vieja y C/ Arabal Industrial	710	Dirigida PE-100/16
EB-Guadacorte		986,43	1.547,23	560,80	600	FD	zanja			
EB-Guadacorte	1+700	1.547,23	1.829,72	282,49	710	PE-100/16	Hinca	Conjunto de servicios, LMT y gaseoductos	710	Dirigida PE-100/16
EB-Guadacorte		1.829,72	2.067,84	238,12	600	FD	zanja			
EB-Guadacorte	2+100	2.067,84	2.276,97	209,13	710	PE-100/16	Hinca	Conjunto de servicios (gaseoducto) y carretera CA-9205	710	Dirigida PE-100/16
Conex. EB-Guadacorte - EDAR		0,00	160,00	160,00	600	FD	zanja	Interior de EDAR		
EB S. Roque		0,00	620,00	620,00	450	FD	zanja			
EB S. Roque	0+620	620,00	676,30	56,30	450	FD		CA-2321 y gaseoductos	700	Helicoidal S-275JR
Conex. EBS.Roque-EDAR		0,00	280,00	280,00	450	FD	zanja	Interior de EDAR		
EB-Carteya		0,00	1.580,65	1.580,65	125	PE-100/16	zanja			
EB-Carteya	1+700	1.580,65	1.862,98	282,33	125	PE-100/16		Conjunto de servicios, LMT y gaseoductos	355	Dirigida PE-100/16
EB-Carteya		1.862,98	2.100,38	237,40	125	PE-100/16	zanja			
EB-Carteya	2+000	2.100,38	2.307,90	207,52	125	PE-100/16		Conjunto de servicios (gaseoducto) y carretera CA-9205	355	Dirigida PE-100/16

### 1.4.2 Conducción EBAR los Barrios a EBAR Pte. Romano

El colector impulsado de DN 500 mm FD parte de la EBAR los Barrios y discurre paralelo al río Palmones, fuera del D.P.H. y paralelo a la conducción de DN 800 mm de abastecimiento que fue ejecutada por la CHS hasta el PK 0+665 donde cruza la A-381. En el PK 0+600 es necesario cruzar numerosos servicios, entre los que destaca la red de distribución de abastecimiento de los Barrios, red de

pluviales (2x500mm y ovoide 1300 mm) y los servicios que discurren por la carretera CA-9209 (por la que discurren servicios de abastecimiento, saneamiento, alumbrado público, LMT, y comunicaciones).

En el PK 0+665 a PK 0789 se cruza la autovía A-381 mediante hinca conforme los criterios establecidos.

A partir del PK 0+789 hasta el PK 2+317 se discurre por el camino y vía de servicio de la Autovía A381, pero siempre fuera de la valla de delimitación de expropiación y dentro de los 8,0m de dominio público ya que la existencia de viviendas “ilegales” imposibilita dicha separación. Dicho trazado se ejecuta siempre por el borde del camino, de forma que se puede permitir el acceso de las viviendas y a maquinaria.

Este trazado no tiene afección ambiental ni arqueológica. Tampoco se ve afectado por la delimitación de la plana de inundación de T=500 años en su mayor longitud (hasta el PK 2+250).

A lo largo del trazado se establece como condicionado arqueológico separarse para no afectar con las excavaciones a los bunkers existentes.

En el PK 2+316 el trazado se desvía para tener en cuenta el futuro enlace de conexión “Los Barrios” de la A381.

Desde el PK 2+316 hasta el PK 3+437 discurre por suelo rústico paralelo a la conducción de abastecimiento DN 600 y 3x1000 mm sin afectarla. Será necesario cruzar varios arroyos y el gaseoducto GN CELUPAL.

En las proximidades al PK 3+437 se cruza la autovía A-381 mediante hinca para salir tras la carretera de los Barrios- Puente Romano en el PK 3+557. En las proximidades de dicho cruce existe un gaseoducto, por lo que la ubicación exacta del cruce deberá ser determinado tras prospección de servicio. El trazado de la hinca se ha separado para evitar su afección.

En las proximidades de la carretera de los Barrios-Pte. Romano existe gran cantidad de servicios (LMT, red de agua potable, canalización de ORANGE, red de alumbrado, etc.), por lo que se adoptarán medidas excepcionales de protección.

Desde el PK 3+640 hasta el 3+890 el trazado discurre a ambos márgenes de la carretera de los Barrios-Pte. Romano, intentando minimizar la afección a los servicios existentes. Debido a la gran concentración de servicios se opta por bajar la rasante considerablemente para pasar por debajo de estos servicios. En este tramo las operaciones serán manuales y de sostenimiento continuado.

A partir del PK 3+963 el trazado discurre paralelo a la conducción del abastecimiento en alta de Algeciras hasta la ubicación de la EBAR-Pte Romano seleccionada fuera de la plana de inundación de T=500 años, alejada de la infraestructura de FFCC que va a ser ampliada (Bobadilla-Algeciras), y con un trazado alejado de los servicios que discurren paralelos a la vía de FFCC (abastecimiento, gaseoducto Enagás, gaseoducto de Acerinox, LBT, etc.).

### **1.4.3 Conducción EB Pte Romano – EB Guadacorte**

El colector de impulsión de DN 600 mm parte de la EBAR Pte. Romano hasta conectar con la EBAR de Guadacorte. El trazado cruza el arroyo Guadacortes a cielo abierto y discurre próximo a la medianería de la finca. En el PK 0+200 pasará por debajo de las conducciones de abastecimiento 2x1000 mm. Posteriormente en el PK 0+286 se cruzará a cielo abierto y a gran profundidad la carretera CA-9206 y servicios que discurren paralelos a la misma (agua industrial de ACERINOX, canalizaciones de comunicaciones, etc.).

En el PK 0+375 se bordea a más de 10m el bunker existente.

Para no afectar a los restos arqueológicos de la Venta del Carmen, la traza rodeará el recinto señalado por la prospección arqueológica entre el PK 0+400 y 1+080.

Desde el PK 1+080 hasta el PK 1+200 será necesario cruzar las conducciones de abastecimiento en alta de DN1200 mm y al Campo de Gibraltar, alumbrado público, LMT subterráneo,

Telefonía y otros servicios. Para ello el trazado discurrirá profundo debiendo pasar por debajo de todos los servicios existentes. En este tramo, igual que los anteriores será necesario realizar operaciones de localización, sostenimiento, excavación manual y localizada.

Desde la rotonda de la C/ Claudio Coello hasta la rotonda de la C/Monet, se discurrirá paralelo al FFCC (Algeciras-Bobadilla) y Vda. Conde de Revertera, a lo largo del bosque de eucaliptos existente. A lo largo de este tramo será necesario cruzar transversalmente LMT, red de abastecimiento en baja y red de saneamiento.

A partir del PK 2+332 el trazado discurre por la calle y bajo el paso superior del FFCC, y el acceso al Parque de Bomberos hasta el PK 2+555. A lo largo de este trazado está prevista la interferencia con numerosos servicios (saneamiento, abastecimiento, red de alumbrado público,..), por lo que el trazado discurrirá profundo para pasar por debajo de estos.

A partir del PK 2+580 la conducción cruza en hinca bajo la autovía de la A7, la red de abastecimiento al Parque de bomberos, las canalizaciones de comunicaciones y LMT, sin afectar al bunker existente y manteniendo las distancias de separación establecidas por la Demarcación de Carreteras.

Desde el PK 2+795 hasta el PK 3+335 el trazado discurre por el corredor de servicios. El cruce de la C/ de los Tordos está prevista con gran profundidad para pasar por debajo de los servicios existentes (canalización de comunicaciones, LMT, alumbrado público, electricidad y saneamiento).

Desde el PK 3+365 se discurre por suelo rústico hasta llegar a la EBAR de Guadacorte.

#### **1.4.4 Conducción EB Guadarranque – EDAR San Roque**

Desde la EBAR de Guadarranque partirá una conducción impulsada hasta llegar a la EDAR de San Roque de DN 600 mm FD.

En el PK 0+020, conforme la cartografía de la Junta de Andalucía se interferirá con el gasoducto de gas natural al campo de Gibraltar. Dicho gasoducto está representado bajo la EDAR existente y casas desconociéndose su profundidad. A efectos de trazado se diseña profundo para garantizar un cruce seguro, si bien la ubicación exacta deberá verificarse en campo.

Desde el PK 0+243 y fuera de la zona de servidumbre de DPMT, se cruza el río Guadarranque mediante hinca dirigida conforme las exigencias del Departamento de Costas Delegación Territorial en Cádiz.

Desde el PK 0+677 hasta PK 0+850 se ejecutará la instalación mediante zanja entibada.

Desde el PK 0+851 hasta 0+986 se ejecutará el cruce del arroyo Madre Vieja y la carretera mediante hinca dirigida, evitando además la interferencia con el gaseoducto que discurre paralelo a la carretera de acceso Arabal Industria.

Desde el PK 0+986, el trazado discurre paralelo al arroyo Madre Vieja salvando los servicios existentes (gasoducto, oleoducto, líneas eléctricas, conductos de comunicaciones, etc.) expuestos en el apartado de condicionantes de diseño.

El cruce del conjunto de servicios desde el PK 1+547 al 1+829 se ha previsto mediante hinca dirigida a gran profundidad para garantizar así la distancia de seguridad en el cruce.

Posteriormente desde el PK 1+829 al PK 2+067, se vuelve a ejecutar un tramo a cielo abierto manteniendo la distancia de seguridad a los gasoductos que discurren paralelos.

Desde el PK 2+067 hasta la ubicación de la EDAR, se ejecuta una hinca dirigida con objeto de salvar la interferencia con varios gaseoductos y la carretera CA-9205.

#### **1.4.5 Conducción EB. San Roque - EDAR San Roque**

La conducción de DN 450 mm FD desde la EB San Roque a la EDAR de San Roque discurre paralelo al arroyo Madre Vieja evitando la afección al gasoducto y LMT que discurre paralelo a la carretera CA-9205, hasta cruzar la carretera CA-9205 que se propone su ejecución a cielo abierto.

En el inicio de la conducción esta deberá pasar por debajo del colector provisional de vertido de la EDA, y posteriormente de la conducción de abastecimiento del eje San Enrique-La Línea.

A la salida de la estación de bombeo se cruzará la tubería de abastecimiento de DN 1200mm, tuberías de pluviales, línea de media tensión y conducción industrial de gas.

En torno al PK 0+300 deberá cruzar la línea de alta tensión subterránea, y en el PK 0+500 pasará por debajo de la conducción de abastecimiento a la zona industrial de Algeciras (DN 1.000mm)

Finalmente se ha previsto el cruce de la carretera CA-9205, la LMT y los dos gasoductos que discurren paralelos mediante hinca, hasta llegar a la EDAR.

#### **1.4.6 Conducción EB Carteia – EDAR San Roque**

La conducción desde la EB Carteia se diseña a presión mediante una tubería de DN 125 PE100/PN16, y cuyo trazado se desarrolla minimizando la afección arqueológica de Carteia. El trazado ha sido diseñado en consonancia con las recomendaciones del Ayuntamiento de San Roque y los criterios arqueológicos.

El trazado parte de la estación de bombeo y discurre por la calle los Barcos por el centro de la calzada hasta llegar a la rotonda, posteriormente sigue por la berma y cuneta del camino Puente Mayorga hasta el PK 0+650 que se cruza para discurrir paralelo a la carretera CA-9205 hasta confluir con la conducción de impulsión de la EB Guadacorte-EDAR San Roque (PK 1+045).

Desde el PK 1+018 hasta la EDAR de S. Roque, se discurre paralelo a la conducción de la EB Guadacorte-EDAR San Roque con la ejecución de hincas dirigidas para salvar los servicios definidos en la conducción de San Roque.

Esta hinca será independiente y paralela a las ejecutadas en la impulsión de Guadacorte, y ejecutadas a una distancia de 3,0m.

## **2 PRESCRIPCIONES GENERALES, DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO**

### **2.1 DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS EMPLEADOS EN ESTAS PRESCRIPCIONES**

El presente documento se corresponde con el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en adelante simplemente Pliego.

A los efectos de aplicación e interpretación del presente Pliego, las palabras y expresiones que se detallan a continuación, o los pronombres indicados en su lugar, se entenderán como sigue, a menos que del contexto del Contrato se desprenda claramente un sentido diferente.

Propiedad o Administración es la propia Administración para la realización de las obras objeto del presente Pliego con las obligaciones y derechos dimanantes del Contrato.

Esta definición se extiende a los Apoderados de la Propiedad y a sus representantes legales.

Contrato, significa tanto el conjunto como cada uno de los documentos contractuales, que más adelante se detallan.

Contratista es la persona, natural o jurídica, cuya oferta ha sido aceptada por la Propiedad, y es adjudicataria de la construcción de las obras del presente Pliego, y comprende a sus representantes legales, apoderados y sucesores expresamente aceptados por aquella.



Subcontratista es toda persona natural o jurídica que tiene una relación contractual no laboral con el Contratista para ejecutar cualquier trabajo o prestar cualquier servicio, suministro o aprovisionamiento en relación con las obras, sin vinculación directa con la Propiedad, ante quien responderá el Contratista por la actuación de aquella.

El Director de las Obras, es la persona natural o jurídica designada por la Propiedad para realizar las funciones de Ingeniero descritas en este Pliego, cuyo nombramiento será notificado por escrito al Contratista, si no constara ya en las condiciones particulares o posteriormente fuera sustituido.

Las atribuciones que se reconocen a la Dirección de Obra en este Pliego y las que figuren en los demás documentos contractuales para decidir o resolver cuestiones entre las partes, deben ser siempre entendidas como facultades y al mismo tiempo como obligaciones de la misma para emitir su opinión, que por ser objetiva y técnica revestirá especial fuerza y significado. Ello no obstará, empero, para que cualquiera de las partes pueda discrepar fundadamente de la opinión de la Dirección de Obra y poner en marcha, si lo estima conveniente, el procedimiento arbitral o el ejercicio de las acciones de que se pueda creer asistida.

Las decisiones de la Dirección de Obra sobre cómo deben hacerse las obras, sobre suspensión de las mismas o sobre demolición y reconstrucción de lo ya hecho, serán inmediatamente cumplimentadas por el Contratista, sin perjuicio de su derecho a reclamar posteriormente las compensaciones económicas que entienda le corresponden, si así resulta de los documentos contractuales.

"Precio unitario" significa la cantidad en euros que, de acuerdo con las condiciones estipuladas en el presente Pliego, tanto en cuanto concierne a su importe, como en lo que respecta a su modo de aplicación a las mediciones de los trabajos efectuados, servirá para valorar las diferentes partes de las obras realizadas por el Contratista.

"Relación valorada", es el documento en el que se detalla el cálculo del importe de la ejecución material de la obra realizada por el Contratista, y en el que se tendrán en cuenta todas las estipulaciones al respecto del presente Pliego.

"Certificación", es el documento mediante el que se acreditará al Contratista el importe de ejecución por contrata de las obras realizadas por él. Servirá de base para el cálculo de este importe, el de la relación valorada correspondiente, con sujeción a las adiciones, deducciones y retenciones estipuladas en el Contrato, y aprobadas por la Dirección de Obra.

"Equipo de Maquinaria", significa el conjunto de máquinas, dispositivos, aparatos, vehículos, herramientas u objetos de cualquier clase y naturaleza que sean y que se requieran para la construcción, terminación y conservación de las obras, bien sean permanentes o provisionales, pero sin incluir materiales o cualquier otro elemento que haya de formar parte de la obra permanente.

"Planos", son todos aquellos que forman parte del presente Proyecto y a los que se hace referencia en el presente Pliego, así como los que se confeccionen con posterioridad.

"Emplazamiento", significa los terrenos y lugares, sobre, debajo, dentro o a través de los cuales hayan de realizarse las obras y todos los demás terrenos o lugares que sean expresamente designados en el Contrato como formando parte del emplazamiento.

"Aprobado", significa expresamente aprobado por escrito. Las aprobaciones verbales no serán válidas a efectos contractuales sin su posterior conformación por escrito.

Siempre que en el Contrato se indique que el Contratista debe realizar determinado trabajo "por cuenta", "a su cargo", "sin cargas adicionales para la Propiedad", o con alguna otra expresión similar, se entenderá que el Contratista no tendrá derecho a percibir compensación adicional de la Propiedad por tal trabajo, y que por tanto sus costos se consideran incluidos en los de las diversas unidades de la obra.

Siempre que en el Contrato se haga referencia a algún período de tiempo expresado en días, se entenderá que se trata de días naturales, salvo que expresamente se indique lo contrario.

## **2.2 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS**

Las obras se definen en todos los documentos incluidos en el presente Proyecto y en aquellos que se mencionan en la Memoria y Anejos a la Memoria. Los documentos del presente Proyecto son los que se indican a continuación:

- Memoria y Anejos
- Planos
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- Presupuesto

De estos documentos se consideran contractuales, la Memoria a efectos de calidad de materiales, los Planos, el Pliego y los Cuadros de precios (en letra).

### **2.2.1 Pliego de Prescripciones Técnicas particulares**

Constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que, junto con los Planos, definen todos los requisitos técnicos de la obra.

Contiene las condiciones que han de cumplir los materiales, las prescripciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra, y constituye la norma y guía que ha de seguir el Contratista.

### **2.2.2 Planos**

Constituyen el conjunto de documentos gráficos que definen geoméricamente las obras, realizándose éstas de acuerdo con ellos, y con las Instrucciones y planos adicionales que entregue la Dirección de Obra al Contratista.

Contienen las plantas, los perfiles y secciones necesarias para ejecutar todas y cada una de las obras definidas en el presente Proyecto.

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de los planos complementarios de detalle, que se consideren necesarios para la correcta ejecución de las obras.

Una vez terminadas las obras, el Contratista está obligado a presentar una colección de Planos, en los que se refleje la obra realmente ejecutada siendo de su cuenta los gastos que ello origine.

### **2.2.3 Compatibilidad y Prelación de Documentos**

En caso de contradicción e incompatibilidad entre los Documentos del presente Proyecto, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El Documento Nº 2 Planos, tiene prelación sobre los demás documentos del Proyecto en lo que se refiere a dimensionamiento, en caso de incompatibilidad entre los mismos. En caso de existir precios y no en planos, prevalece el criterio a adoptar por el Director de Obra.
- El Documento Nº 3 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a los materiales a emplear, condiciones de ejecución, medición y valoración de las obras.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio de la Dirección de Obra quede suficientemente definida la obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Presupuesto.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por la Dirección de Obra o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Acta de Comprobación del Replanteo. En caso de producirse con posterioridad a la firma del acta de replanteo, esta se notificará al Director de Obra.

Las omisiones en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Prescripciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los documentos del presente Proyecto o que, por uso y costumbre deban ser realizados, no solo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deben ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

El Contratista informará por escrito a la Dirección de Obra, tan pronto como sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrase.

Cualquier corrección o modificación en los Planos del Proyecto o en las Especificaciones del Pliego de Prescripciones, solo podrá ser realizada por la Dirección de Obra, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

#### **2.2.4 Documentos que se entregan al contratista**

Los documentos que la Administración entregará al Contratista pueden tener el carácter de contractual o meramente informativo.

##### **2.2.4.1 Documentos contractuales**

Salvo exclusión expresa en el Contrato, serán los siguientes:

- Memoria
- Planos
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- Cuadro de Precios Nº 1
- Cuadro de Precios Nº 2

El hecho de figurar en los Presupuestos Parciales mediciones y cubicaciones de la Obra, no implica su concordancia exacta con la realidad.

El Acta de Comprobación de Replanteo, programa de trabajos y otros documentos especificados en el contrato y PCAP también se entenderá como integrante del Contrato a efectos de su exigibilidad.

##### **2.2.4.2 Documentos informativos**

Los datos sobre calidad de materiales que se incluyen en la Memoria de los Proyectos y sus Anejos correspondientes, son documentos contractuales.

Los datos sobre sondeos, procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la Memoria de los Proyectos, son documentos informativos.

Dichos documentos representan una opinión fundada de la Administración. Sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran, y, en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complemento de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, al planteamiento y a la ejecución de las obras.

### **2.2.4.3 Cumplimiento de las normativas vigentes y licencias**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la legislación vigente que le sea de aplicación por cualquier motivo durante el desarrollo de los trabajos, aunque no se encuentre expresamente indicado en estas Prescripciones, o en cualquier otro documento de carácter contractual.

LA ADMINISTRACIÓN, facilitarán al Contratista, las autorizaciones y licencias de su competencia que sean necesarias para la construcción de las obras y le prestará su apoyo en los demás casos, en los que serán obtenidas por el Contratista, sin que ello dé lugar a responsabilidad adicional o abono por parte de LA ADMINISTRACIÓN.

## **2.3 PRESCRIPCIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

En todo aquello que no esté expresamente indicado en las presentes Prescripciones, ni se oponga a ellas, serán de aplicación los siguientes documentos:

### **2.3.1 Prescripción general**

El Contrato de las obras incluidas en el presente Proyecto, se regulará según lo preceptuado en las normas que a continuación se relacionan y aquellas vigentes:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014
- Ley reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción (32/2006)
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, 31/1995, de 8 de noviembre.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

### **2.3.2 Prescripción particular**

#### **2.3.2.1 Prescripciones Técnicas Generales**

En aquellas cuestiones que no se hallen explícitamente reguladas en las Prescripciones Técnicas presentes, serán de aplicación aquellas prescripciones aplicables al tipo de obra de que se trate contenidas en la siguiente relación y las actualizaciones que se pudieran haber producido, así como sus Anexos complementarios:

- El Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua (Decreto 134/2011, de 17 de mayo).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Normas para bombeo del Hydraulic Institute.

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, aprobado Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos y Orden FOM/510/2018, de 8 de mayo, por la que se modifica la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- Norma de construcción sismorresistente: Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre: parte general y edificación (NCSR-02).

Y, en general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

La normativa UNE sobre tuberías y sus juntas prevalecerá sobre las restantes normativas excepto en lo relativo a las características de los materiales (agua, áridos, cementos, hormigones, etc.) para los que el presente Pliego aplica la normativa vigente en España. En este caso las normas ASTM se aplicarán subsidiariamente.

Igualmente, en el dimensionado de las tuberías para la determinación de las acciones debidas a cargas móviles (carreteras, ferrocarriles, etc.) se aplicarán las instrucciones vigentes en España.

Para la aplicación y cumplimiento de estas normas, así como para la interpretación de errores u omisiones contenidos en las mismas, se seguirá tanto por parte del Contratista, como por parte de la Dirección de las obras, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones que hayan servido para su aplicación. En caso de discrepancia entre las normas anteriores, y salvo manifestación expresa en contrario en el presente Pliego se entenderán que es válida la prescripción más restrictiva.

Cuando en alguna disposición se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

Asimismo, serán de aplicación las modificaciones, ampliaciones, etc. de las Normas, que entren en vigor.

En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con las obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si alguna de las normas anteriormente relacionadas regula de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.

Las contradicciones que puedan existir entre los distintos condicionados, serán resueltas por la Dirección de Obra, que asimismo determinará, la normativa más restrictiva en caso de contradicción.

Las prescripciones generales y particulares recogidas aplicables, serán las vigentes en el último día del plazo de licitación. Entendiendo como tales, la última modificación o añadido a la norma sustitutoria.

### 2.3.2.2 Legislación Ambiental

#### ➤ RESPECTO A LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Ámbito estatal:

- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ámbito autonómico:
- Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

#### ➤ RESPECTO A LAS AGUAS

Ámbito estatal:

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, VI, y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

Ámbito autonómico:

- Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía.

#### ➤ RESPECTO A LAS ESPECIES PROTEGIDAS E INVASORAS

Ámbito estatal:

- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Orden TEC/596/2019, de 8 de abril, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Ámbito autonómico:

- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres.
- Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats.
- ACUERDO de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueban los planes de recuperación y conservación de determinadas especies silvestres y hábitats protegidos.
- ACUERDO de 13 de marzo de 2012, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueban los planes de recuperación y conservación de determinadas especies silvestres y hábitats protegidos.

- Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. Se modifica los arts. 5 y 7; la disposición transitoria 4; el anexo y las referencias indicadas, por Real Decreto 216/2019, de 29 de marzo.

#### ➤ RESPECTO A LOS RECURSOS NATURALES Y LOS ESPACIOS PROTEGIDOS

Ámbito estatal:

- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Ámbito autonómico:

- Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.

#### ➤ RESPECTO AL PATRIMONIO CULTURAL

Ámbito estatal:

- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- La ley 3/1995, de 23 de marzo, de vías pecuarias.

Ámbito autonómico:

- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Ley 3/2017, de 2 de mayo, de regulación de los senderos de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Acuerdo de 27 de marzo de 2001, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan para la Recuperación y Ordenación de la Red de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

#### ➤ RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN

Ámbito estatal:

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. Se actualiza lo indicado del anexo IV, por Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre.

Ámbito autonómico:

- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética
- Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía.
- Acuerdo de 9 de enero de 2020, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación del Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC).
- La Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental

➤ **AGUAS RESIDUALES**

Ámbito estatal:

- Plan Nacional de Calidad de Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas
- Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas

Ámbito autonómico:

- Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía

➤ **LÍNEAS ELÉCTRICAS**

Ámbito estatal:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Ámbito autonómico:

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.

➤ **GESTIÓN DE RESIDUOS Y LODOS**

- Ámbito estatal:
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, IPPC y la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados.



- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden AAA/699/2016, de 9 de mayo, por la que se modifica la operación R1 del anexo II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 1802/2008, de 3 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Orden APM/1007/2017, de 19 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario
- Orden AAA/1072/2013, de 7 de junio, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y residuos de Envases.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997 de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su desarrollo y ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Orden AAA/1783/2013, de 1 de octubre, por la que se modifica el anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y residuos de Envases, aprobado por Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Orden MAM/3624/2006, de 17 de noviembre, por la que se modifican el Anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril y la Orden de 12 junio de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados

- Orden ARM/795/2011, de 31 de marzo, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 710/2015, de 24 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 943/2010, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos (modificado por el RD 710/2015 de 24 de julio).
- Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. (Modificado por el RD 1304/2009 de 31 de julio y Orden AAA/661/2013 de 18 de abril).
- Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- REAL DECRETO 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

Ámbito autonómico:

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 18/2015, de 27 de enero, por el que se aprueba el reglamento que regula el régimen aplicable a los suelos contaminados.
- Orden de 6 de agosto de 2018, conjunta de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la utilización de lodos tratados de depuradora en el sector agrario.
- Decreto 503/2004, de 13 de octubre, por el que se regulan determinados aspectos para la aplicación de los Impuestos sobre emisión de gases a la atmósfera y sobre vertidos a las aguas litorales.

➤ **NORMATIVA MUNICIPAL DE CARÁCTER AMBIENTAL**

- Ordenanza Reguladora de Gestión de Medio Ambiente de San Roque
- Ordenanza Gestión de Residuos Sólidos y Limpieza Viaria de San Roque
- Ordenanza de gestión de zonas ajardinadas y arbolado viario del municipio de San Roque (Cádiz).

- Ordenanza nº 3 zonas verdes y arbolado urbano de Los Barrios (Cádiz).
- Ordenanza nº 10 ordenanza de residuos y de higiene urbana de Los Barrios (Cádiz)

## **2.4 DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS**

### **2.4.1 Dirección de las obras**

La dirección, control y vigilancia de las obras, así como las funciones y trabajos necesarios para el cumplimiento adecuado de esta misión, estarán centralizados y personalizados en la Dirección de Obra, o persona en quien delegue, que será el representante de LA ADMINISTRACIÓN ante el Contratista.

### **2.4.2 Funciones de la dirección de obra**

Las funciones de la Dirección de Obra en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras, que afectan fundamentalmente a sus relaciones con el Contratista, son esencialmente las siguientes:

- Exigir al Contratista directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar que las obras se ejecuten ajustadas al Proyecto aprobado, o a las modificaciones debidamente autorizadas, y exigir al Contratista el cumplimiento del programa de trabajo.
- Definir aquellas condiciones técnicas que el Pliego de Prescripciones deja a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Obtener de los Organismos de la Administración competentes los permisos necesarios para la ejecución de las obras y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbre afectados por las mismas.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Asumir en caso de urgencia y bajo su responsabilidad, la dirección de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.
- El Contratista está obligado a prestar su colaboración a la Dirección de Obra para el normal cumplimiento de las funciones a ésta encomendadas.

### **2.4.3 Inspección de las obras**

Las obras podrán ser inspeccionadas en todo momento por los representantes de la Dirección de Obra que ésta designe. Tanto la Dirección de Obra como el Contratista pondrán a su disposición los documentos y medios necesarios para el cumplimiento de su misión.

#### **2.4.4 Oficinas y personal facultativo del contratista**

Será obligatorio que durante la ejecución de las obras el Contratista tenga abierta una oficina de trabajo en las inmediaciones de la zona objeto del presente Proyecto, cuyo emplazamiento ha de ser aprobado por la Dirección de Obra.

En esta oficina deberá permanecer adscrito a ella durante la duración del contrato, o el plazo total que en el se refleje el personal técnico necesario que estime la Propiedad.

El Contratista designará un facultativo con titulación cualificada suficiente que será el responsable directo de los trabajos que se ejecuten, con residencia a pie de obra, el cual, además, podrá actuar como Delegado del Contratista ante la Administración, si así se estima conveniente.

El Contratista comunicará por escrito a la Dirección de Obra, antes de la firma del Acta de Replanteo, el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de la misma y que asumirá la dirección de todos los trabajos y pruebas de las obras incluidas en el presente Proyecto, para representarle como "Delegado de Obra" ante la Administración.

El Jefe de Obra y/o Delegado del Contratista no podrá ser sustituido por el Contratista sin la conformidad de la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra podrá exigir que no se realicen los trabajos si no hay nombrado, aceptado y presente, un Jefe de Obra y /o Delegado del Contratista.

El Contratista igualmente comunicará el organigrama de las personas que dependiendo del citado representante, hayan de tener mando y responsabilidad en las distintas partes de la obra, siendo obligatorio que al menos exista con plena dedicación un facultativo con titulación cualificada suficiente, siendo de aplicación todo lo indicado anteriormente en cuanto a experiencia profesional, sustitución de personas y residencia.

La Dirección de Obra, cuando para la buena marcha de la misma lo estime necesario, podrá exigir del Contratista el aumento o sustitución del personal y medios auxiliares, viniendo el Contratista obligado a su cumplimiento.

Las representaciones de la Contrata y de la Dirección de Obra acordarán los detalles de sus relaciones, estableciéndose modelos para comunicación escrita entre ambas, así como la periodicidad y nivel de reuniones para el control de la puesta en marcha y pruebas.

#### **2.4.5 Partes e informes**

El Contratista queda obligado a suscribir, con su conformidad o reparos, los partes o informes establecidos para las obras, siempre que sea requerido para ello.

#### **2.4.6 Órdenes al contratista**

Las órdenes al Contratista se darán por escrito y numeradas correlativamente en el correspondiente Libro de Órdenes. Aquel quedará obligado a firmar al recibo en el duplicado de la orden.

También deben considerarse órdenes las comunicaciones verbales y escritas que se describen a continuación.

El Jefe de Obra y/o Delegado será el interlocutor de la Dirección de la Obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas, que la misma le dé directamente o a través de otras personas; debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia. Todo ello sin perjuicio de que la Dirección de Obra pueda comunicar directamente con el resto del personal oportunamente, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra.

El Delegado es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente hasta las personas que deben ejecutarlas, de que se ejecuten, y de que todas las comunicaciones escritas de la

Dirección de Obra estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento. Se incluye en este concepto los planos de obra, ensayos, mediciones, etc.

El Delegado deberá acompañar a la Dirección de Obra en todas sus visitas de inspección a la obra, y transmitir inmediatamente a su personal las instrucciones que reciba de la misma, incluso en presencia suya, si así lo requiere ésta.

El Delegado tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y marcha de la obra e informar a la Dirección de Obra, a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento si fuese necesario o conveniente.

Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o destajistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección de Obra.

Se entiende que la comunicación de la Dirección de Obra al Contratista se canaliza entre la misma y el Delegado Jefe de obra, sin perjuicio de que para simplificación y eficacia, pueda haber comunicación entre los respectivos personales, pero será en nombre de aquellos y teniéndoles informados puntualmente, basado en la buena voluntad y sentido común, y en la forma y materias que aquellos establezcan, de manera que si surgiese algún problema de interpretación o una decisión de mayor importancia, no valdrá sin la ratificación por los indicados Director y Delegado, acorde con el cometido de cada uno.

Se abrirá el "Libro de Órdenes" por la Dirección de Obra y permanecerá custodiado en obra por el Contratista en lugar seguro y de fácil disponibilidad para su consulta y uso. El Delegado deberá llevarlo consigo al acompañar en cada visita a la Dirección de Obra.

#### **2.4.7 Libro de incidencias**

Deberá ser llevado al día por el Contratista, de acuerdo con las instrucciones de la Dirección de Obra.

Constarán en él todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que la Dirección considere oportunas y, entre otras, con carácter diario, las siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales.
- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Equipos mecánicos empleados.
- Relación de ensayos efectuados, con resumen de los resultados o relación de los documentos en que éstos se recogen (Solamente en el caso de que fuesen realizados por el Contratista).
- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en la calidad o en el ritmo de ejecución de la obra.

El diario de las obras será revisado periódicamente por la Dirección de Obra.

#### **2.4.8 Director de las Obras**

El Director de las Obras, como representante de La Administración, resolverá, en general, sobre todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos del presente Proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le concede la Legislación vigente. De forma especial, el Contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del Proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación de la estética del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de préstamos, vertederos, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

## **2.5 TRABAJOS PREPARATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

### **2.5.1 Replanteo general de las obras y comprobación del mismo**

Durante el desarrollo del Proyecto, se han dispuesto, a lo largo de todo el trazado, así como en la zona de las arquetas o depósitos, y demás obras especiales, las correspondientes bases de replanteo, materializadas en el terreno por medio de hitos de hormigón o clavos FENO. LA ADMINISTRACIÓN proporcionará al Contratista toda la información topográfica realizada, y éste en función de ella, elaborará un Plan de Replanteo, en el que se incluya la comprobación del replanteo general efectuado por la Administración, y el programa a desarrollar para la materialización sobre el terreno de los hitos auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle de las obras, los cuales deberán quedar debidamente referenciados, respecto a las bases principales de replanteo.

La Dirección de Obra, en presencia del Contratista, procederá en el plazo de un mes, contando a partir de la formalización del Contrato, a efectuar la comprobación del replanteo, de cuyo resultado se extenderá el correspondiente Acta de Comprobación del replanteo previo, en la que se reflejarán todas las incidencias del mismo, y expresamente todo cuanto concierna a las características geométricas de la obras y a cualquier otro punto que en caso de disconformidad pueda afectar el cumplimiento del Contrato.

Cuando el resultado de la comprobación del replanteo demuestre la posición y disposición real de los terrenos, y la viabilidad del proyecto, la Dirección de Obra, dará la autorización para iniciarlas, haciendo constar este extremo, en el Acta de Comprobación efectuada, de cuya autorización quedará notificado el Contratista por el hecho de suscribirla.

Los gastos de toda índole originados por los trabajos de campo y gabinete necesarios para la comprobación del replanteo previo, y para la confección del Acta, serán a cargo del Contratista, quien se responsabilizará de la conservación y reposición de los hitos y referencias colocados en el terreno.

Los replanteos de detalle o complementarios del general hecho por la Administración, serán efectuados por el Contratista, según vayan siendo necesarios para la realización de las distintas partes de la obra, debiendo obtener conformidad escrita de la Dirección de Obra antes de comenzar la parte de que se trate, sin cuyo requisito será plenamente responsable de los errores que pudieran producirse y tomará a su cargo cualquier operación que fuera necesario para su corrección.

El Contratista está obligado a poner en conocimiento de la Dirección de Obra cualquier error o insuficiencia que observase en las referencias del replanteo general hecho por la Administración, aun cuando ello no hubiera sido advertido al hacerse la comprobación previa que da lugar al Acta. En tal caso, el Contratista podrá exigir que se levante Acta complementaria de ésta, en la que consten las diferencias observadas y la forma de subsanarlas.

### **2.5.2 Programa de trabajo**

En el plazo de un (1) mes, a partir de la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo, el Contratista presentará el Programa detallado de ejecución de los trabajos.

Este Programa incluirá los datos siguientes:

- Mediciones y cubicaciones, de las distintas partes de la obra a realizar.
- Determinación de los medios necesarios (instalaciones, equipos y materiales), con expresión de sus necesidades y rendimientos medios.
- Estimación en días de calendario, de los plazos parciales de las diversas clases de obra.
- Valoración mensual y acumulada de la obra programada sobre la base de los precios unitarios y normas contractuales.
- Representación gráfica de las diversas actividades, en un gráfico de barras y en un diagrama espacios - tiempos.

Si el Contratista, durante la ejecución de la obra, se viese obligado a alterar la programación realizada, deberá ponerlo en conocimiento de la Dirección de Obra, al menos con quince (15) días de antelación a la fecha prevista como origen de dicha alteración. Por otra parte, la Dirección de Obra se reserva el derecho de modificar la marcha prevista de los trabajos, poniéndolo en conocimiento del Contratista con diez (10) días de antelación, siempre que no respondan a causas de fuerza mayor.

La Dirección de Obra y el Contratista revisarán al menos una vez al mes, la progresión real de los trabajos, así como los que se vayan a realizar en el período siguiente, sin que estas revisiones eximan al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en la adjudicación.

El Programa de Trabajo deberá mantenerse en todo tiempo actualizado, debiendo analizarse el cumplimiento del mismo o en caso contrario analizar las causas de la posible desviación, juntamente con la Dirección de Obra y proponer a ésta posibles soluciones (nuevos equipos, etc.).

### **2.5.3 Iniciación de las obras**

En el Acta de comprobación de replanteo, la Dirección de Obra se definirá sobre el comienzo de las obras, las cuales comenzarán al día siguiente de la firma de este documento, si no se recoge ninguna incidencia. El plazo de ejecución de los trabajos estipulado en el Contrato comenzará a contar a partir de la fecha de orden de inicio de las Obras.

### **2.5.4 Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos**

El Contratista podrá disponer durante el desarrollo de los trabajos, de aquellos terrenos próximos al tajo mismo de la obra, que estén expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, ubicaciones de instalaciones auxiliares y para el movimiento de equipos y material.

Será por cuenta del Contratista y de su responsabilidad, la reposición de los referidos terrenos a su estado original, así como la reparación de los daños que hubiera podido ocasionar.

También será por cuenta del Contratista la provisión de aquellos accesos provisionales que, no estando expresamente incluidos en el Proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras, no pudiendo reclamar ningún tipo de coste, que la utilización de tales terrenos pueda originar.

El Contratista utilizará para el desarrollo de los trabajos el terreno disponible y prohibirá a sus empleados la utilización de otros terrenos.

Tan pronto como el Contratista haya tomado posesión del terreno, si fuese necesario por razones de seguridad o así lo exigiesen las ordenanzas o reglamentación que sean de aplicación, procederá a su vallado, mediante barreras metálicas portátiles, cuyo coste será a su cargo.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación de la Dirección de Obra, informará con quince (15) días de anticipación a los afectados y les proporcionará un acceso alternativo, los cuales no serán de abono.

El Contratista recopilará y archivará toda la documentación referente a las fechas de entrada y salida de cada propiedad, ya sea ésta pública o privada, así como de las fechas de montaje y desmontaje de las vallas en cada tramo, suministrando copias de esta documentación a la Dirección de Obra, si la misma se la pide.

### **2.5.5 Terrenos disponibles para vertederos y productos de préstamos**

Con excepción de aquellos casos de vertederos que se encuentran definidos en el Proyecto, el Contratista, elegirá las zonas apropiadas para la extracción y vertido de materiales que requiera durante el desarrollo de la obra, y serán de su cuenta los gastos que se originen por el canon de vertido o alquiler de préstamos o canteras.

En las canteras y zona de préstamos, el Contratista realizará los ensayos necesarios con objeto de determinar la calidad de los materiales a extraer, y con los resultados obtenidos, notificará a la

Dirección de Obra los lugares de extracción elegidos, la cual dispondrá del plazo de un mes, para aceptarlos o rechazarlos.

La aceptación de los mismos, no limita la responsabilidad del Contratista en la obtención de las correspondientes licencias y permisos, así como de la calidad de los materiales y el volumen explotable.

Si durante el transcurso de la explotación, se obtiene material de calidad inferior a la exigida, el Contratista deberá buscar otro lugar de explotación, y cumplirá lo indicado en los párrafos anteriores sin que esto le dé lugar a exigir indemnización alguna.

#### **2.5.6 Accesos a las obras**

Los caminos y accesos provisionales a las diferentes partes de las obras, serán por cuenta del Contratista, el cual quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones o instalaciones de servicio público o privado que se vean afectados por la construcción de los referidos caminos y obras provisionales.

El Contratista también está obligado a colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con las obras de infraestructura existente, y a retirar por su cuenta, todos los materiales sobrantes, dejando la zona ocupada perfectamente limpia, y de análoga manera a como se la encontró al iniciar los trabajos.

En el caso de que estos caminos interfieran con el desarrollo de los trabajos de las obras objeto del Proyecto, las modificaciones posteriores a realizar en el desarrollo de las obras, serán por cuenta del Contratista.

Los caminos particulares o públicos que haya usado el Contratista para los accesos a las obras, y que hayan sido deteriorados por su uso, deberán ser reparados por su cuenta, dejándolos como mínimo en las mismas condiciones que anteriormente se encontraban, sin recibir abono alguno por esto.

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de estos accesos provisionales a las obras, y que no estén previstas en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista, corriendo a su cargo las indemnizaciones correspondientes, así como la realización de los trabajos necesarios para restituir los terrenos a su estado inicial.

#### **2.5.7 Instalaciones y obras auxiliares**

El Contratista construirá o alquilará por su cuenta la oficina en obra para la Dirección de Obra, las oficinas, almacenes, instalaciones sanitarias y demás obras auxiliares que se consideren necesarias para el correcto desarrollo de los trabajos. Será también por cuenta del Contratista el suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras.

Las obras que sea necesario ejecutar para ello, deberán realizarse de acuerdo con la legislación vigente y siguiendo las Normas de la Compañía suministradora.

El Contratista deberá presentar con la antelación suficiente a la Dirección de Obra, la ubicación y forma definitiva de estas instalaciones, con objeto de que ésta pueda dar su conformidad, la cual no eximirá la responsabilidad del Contratista tanto en la calidad como en los plazos de ejecución de las obras definitivas.

### **2.6 DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS**

#### **2.6.1 Replanteo de detalle de las obras**

La Dirección de Obra deberá aprobar previamente a la iniciación de cualquier parte de la obra, los replanteos de detalle necesarios para su ejecución, suministrando previamente al Contratista, toda la información que considere precisa para que aquellos puedan ser realizados. Los gastos de toda índole originados por la realización y comprobación de estos replanteos de detalle serán a cargo del Contratista



incluyendo expresamente entre ellos, el suministro de los materiales, instrumentos, equipos y mano de obra necesarios.

### **2.6.2 Maquinaria y personal de la obra**

Con la antelación prevista en el Programa de Trabajo, el Contratista situará en las obras el personal y los equipos de maquinaria que, para realizarlas, se comprometió a aportar, en la licitación.

La Dirección de Obra no ordenará el comienzo de una Unidad de Obra hasta que compruebe la existencia del personal, maquinaria y materiales adecuados para la realización de la misma, de acuerdo con lo indicado por el Contratista en la licitación. El Contratista no podrá empezar una nueva unidad sin cumplir estas condiciones previas.

Los equipos y las instalaciones auxiliares necesarias para su funcionamiento, serán examinados y probados en todos sus aspectos, (incluso en el de la adecuación de su potencia y capacidad al volumen de obra a ejecutar en el plazo programado), por la Dirección de Obra y no podrán ser empleados en la obra sin la aprobación previa de ésta.

Las instalaciones y equipos de maquinaria aprobados, quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse, y deberán mantenerse en todo momento en condiciones satisfactorias de trabajo mediante las reparaciones y sustituciones que sean precisas. No podrán retirarse de la obra, sin la autorización expresa de la Dirección de Obra.

Se señala expresamente que, si durante la ejecución de las obras se observase, que por cambio de las condiciones de trabajo, o por cualquier otro motivo, el equipo o equipos aprobados no son idóneos al fin propuesto, el Contratista deberá sustituirlos por otros que lo sean, previo permiso por escrito a la Dirección de Obra.

### **2.6.3 Normas para la Realización de Trabajos con Maquinaria para Obras**

#### **2.6.3.1 Circulación de la Maquinaria de Obra y de Camiones**

La circulación de la maquinaria de obra, así como el transporte de materiales procedentes de excavaciones, debe realizarse exclusivamente por el interior de los límites de ocupación de la zona de obras o sobre los itinerarios de acceso a los préstamos y a los depósitos reservados a tal efecto.

El Contratista debe acondicionar las pistas de obra necesarias para la circulación de su maquinaria. Previamente deberá delimitar, mediante un jalonamiento y señalización efectivos la zona a afectar por el desbroce para las explanaciones y otras ocupaciones. Debe mantenerlas durante la realización de los trabajos de forma que permitan una circulación permanente y su trazado no debe entorpecer la construcción de las obras de fábrica proyectadas. Al finalizar las obras, el Contratista debe asegurar el reacondicionamiento de los terrenos ocupados por los itinerarios de acceso a los préstamos y a los depósitos.

El Contratista está obligado a mantener un control efectivo de la generación de polvo en el entorno de las obras, adoptando las medidas pertinentes, entre ellas:

- Realizar periódicamente operaciones de riego sobre los caminos de rodadura y cuantos lugares estime necesarios la Dirección Ambiental de Obra.
- Retirar los lechos de polvo y limpiar las calzadas del entorno de actuación, utilizadas para el tránsito de vehículos de obra.
- Emplear toldos de protección en los vehículos que transporten material polvoriento, o bien proporcionar a éste la humedad conveniente.
- Al finalizar las obras, deberán restablecerse las calzadas y sus alrededores y las obras que las atraviesan, de acuerdo con las autoridades competentes.

#### **2.6.4 Materiales**

Las procedencias de los materiales requeridos para la ejecución del Contrato serán obtenidas por el Contratista de las canteras, yacimientos o fuentes de suministro que estime oportuno y cumplan las condiciones requeridas para la correcta ejecución de las obras. No obstante, deberá tener muy en cuenta las recomendaciones que, sobre la procedencia de materiales, señalen los documentos informativos del Proyecto y las observaciones complementarias que pueda hacer la Dirección de Obra.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra con suficiente antelación, las procedencias de materiales que se propone utilizar, aportando, cuando así lo solicite la citada Dirección, las muestras y los datos necesarios para demostrar la posibilidad de su aceptación, tanto en lo que se refiere a su calidad como a su cantidad.

Los productos importados de otros Estados miembros de la Comunidad Europea, incluso si se hubieran fabricado con arreglo a prescripciones diferentes de las que se contienen en el presente Pliego, podrán utilizarse si asegurasen un nivel de protección de la seguridad de los usuarios equivalente al que proporcionan estos.

En ningún caso podrán ser acopiados y utilizados en obra, materiales cuya procedencia no haya sido previamente aprobada por la Dirección de Obra.

En el caso de que las procedencias de materiales fueran señaladas concretamente en el Proyecto o en los Planos, el Contratista deberá entender tales procedencias como indicativas, si bien deberá justificar su no empleo. Si posteriormente se comprobara que dichas procedencias son inadecuadas o insuficientes, el Contratista fijará las nuevas procedencias, y propondrá las modificaciones que estime pertinentes, de acuerdo con la Dirección de Obra sin tener por ello derecho a reclamación económica alguna.

Las indicaciones sobre la procedencia de los materiales y su volumen deben entenderse como indicativas, y en consecuencia, deben aceptarse tan solo como complemento de la información que el Contratista debe adquirir directamente con sus propios medios, previamente a la presentación de su oferta.

Si durante las excavaciones se encontraran materiales que pudieran emplearse en usos más nobles que los previstos, se podrán transportar a los acopios que a tal fin ordene la Dirección de Obra con objeto de proceder a su utilización posterior.

El Contratista podrá utilizar en las obras objeto del Contrato, los materiales que obtenga de la excavación, siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en estas Prescripciones. Para utilizar dichos materiales en otras obras, será necesaria la autorización de la Dirección de Obra.

Si el Contratista hubiera obtenido, de terrenos de titularidad pública, materiales en cantidad superior a la requerida para el cumplimiento de su Contrato, la Administración podrá posesionarse de los excesos, sin perjuicio de las responsabilidades que para aquél pudieran derivarse.

La Dirección de Obra autorizará al Contratista el uso de los materiales procedentes de demolición, excavación o tala en las obras; en caso contrario le ordenará los puntos y formas de acopio de dichos materiales, y el Contratista tendrá derecho al abono de los gastos suplementarios de transporte, vigilancia y almacenamiento.

Todos los materiales han de ser adecuados al fin a que se destinan y, habiéndose tenido en cuenta en las bases de precios y formación de presupuestos, se entiende que serán de la mejor calidad en su clase de entre los existentes en el mercado.

Por ello, y aunque por sus características singulares o menor importancia relativa no hayan merecido ser objeto de definición más explícita, su utilización quedará condicionada a la aprobación de la Dirección de Obra, quien podrá determinar las pruebas o ensayos de recepción que sean adecuados al efecto.

En todo caso los materiales serán de igual o mejor calidad que la que pudiera deducirse de su procedencia, valoración o características, citadas en algún documento del Proyecto, se sujetarán a normas oficiales o criterios de buena fabricación del ramo, y la Dirección de Obra podrá exigir su suministro por una firma que ofrezca las adecuadas garantías.

### **2.6.5 Acopios**

El emplazamiento de los acopios en los terrenos de las obras o en los marginales que pudieran afectarlas, así como el de los eventuales almacenes, requerirán la aprobación previa de la Dirección de Obra.

Si los acopios de áridos se dispusieran sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm.) inferiores. Estos acopios se construirán por capas de espesor no superior a metro y medio (1.5 m), y no por montones cónicos: Las cargas se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Si se detectasen anomalías en el suministro, los materiales se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice un cambio de procedencia.

Las superficies utilizadas deberán acondicionarse, una vez utilizado el acopio, restituyéndolas a su natural estado.

Todos los gastos e indemnizaciones, en su caso, que se deriven de la utilización de los acopios serán de cuenta del Contratista.

### **2.6.6 Ensayos**

Será preceptiva la realización de los ensayos mencionados expresamente a lo largo de este pliego o citados en la normativa técnica de carácter general que resultare aplicable.

En relación con los productos importados de otros Estados miembros de la Unión Europea, aun cuando su designación y, eventualmente su marcaje fueran distintos de los indicados en el presente Pliego, no será precisa la realización de nuevos ensayos si de los documentos que acompañaren a dichos productos se desprendiera claramente que se trata, efectivamente, de productos idénticos a los que se designan en España de otra forma. Se tendrá en cuenta, para ello, los resultados de los ensayos que hubieran realizado las autoridades competentes de los citados Estados, con arreglo a sus propias normas.

Si el Contratista presentase una hoja de ensayos, suscrita por un laboratorio aceptado por el Ministerio de Medio Ambiente, o por otro Laboratorio de pruebas u Organismo de control o certificación acreditado en un Estado miembro de la Unión Europea, sobre la base de las prescripciones técnicas correspondientes, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para comprobar que el producto no ha sido alterado durante los procesos posteriores a la realización de dichos ensayos.

### **2.6.7 Adecuación ambiental del proyecto.**

#### **2.6.7.1 Cumplimiento con la Normativa ambiental.**

En el desarrollo de las obras objeto de este proyecto se cumplirán las prescripciones relativas al Condicionado Ambiental establecido en el Anejo 14: Integración Ambiental.

#### **2.6.7.2 Protección de la Calidad de las Aguas**

De manera general, asociadas a las instalaciones en las que pueda generarse cualquier tipo de aguas residuales (especialmente, parques de maquinaria, plantas de tratamiento y zonas de vertido o acopio de tierras) el Contratista diseñará y ejecutará a su cargo las instalaciones adecuadas - correctamente dimensionadas, lo que se estudiará y reflejará explícitamente- para el desbaste y decantación de sólidos (balsas de decantación).

Dichos sistemas se localizarán detalladamente y se incluirán en la propuesta del Contratista los planos de detalles constructivos, presentados de modo claro y homogéneo a la conformidad de la Dirección de Obra.

Para la localización y diseño de dichos sistemas se tendrá en cuenta la posible fuente de contaminación, se identificarán y cuantificarán los efluentes y se determinarán las posibles vías de incorporación de éstos a las aguas receptoras, todo ello contemplando la normativa aplicable (Reglamento del Dominio Público Hidráulico y normas complementarias).

En las zonas de parques de maquinarias o instalaciones donde puedan manejarse materiales potencialmente contaminantes debería incorporarse sistemas de protección ante vertidos accidentales; para ello una posibilidad son las zanjas de filtración.

Las balsas de decantación, si fuesen necesarias, podrán ser de dos tipos: excavadas en el propio terreno, con o sin revestimiento, y construidas como pequeñas presas de tierra. Las presas o diques se llevarán a cabo con materiales limpios (sin raíces, restos de vegetación o gravas muy permeables). Los taludes máximos permitidos son de 2:1 y la suma aritmética de los taludes aguas abajo y aguas arriba no debe ser menor de 5:1. El talud aguas abajo deberá protegerse con vegetación. Antes de construir el dique, es necesario limpiar la base de suelo y vegetación, así como excavar una zanja de al menos medio metro de ancho a todo lo largo de la presa y con taludes laterales de 1:1.

La ubicación será cerca de las zonas de instalaciones y donde pudiera preverse agua de escorrentía con un gran acumulo de sedimentos o con materiales contaminantes por vertido accidental.

Es necesario asegurar el acceso a las balsas para permitir su limpieza y mantenimiento.

La capacidad de las balsas debe ser tal que permita contener un volumen suficiente de líquido durante el tiempo necesario para que se retenga un porcentaje suficiente de los sólidos en suspensión. Para determinar su capacidad se tendrá en cuenta, además de los afluentes recibidos con sus partículas acarreadas y los posibles vertidos accidentales, el caudal de escorrentía que llegaría a la balsa conociendo la superficie a drenar y la precipitación máxima esperada para un tiempo de retorno dado.

Como alternativa a las balsas, en las cercanías de los sistemas fluviales y en previsión de arrastres de sólidos en determinados puntos durante la realización de las obras puede ser conveniente la instalación de barreras de sedimentos.

Las barreras de sedimentos son obras provisionales construidas de distintas formas y materiales, láminas filtrantes, sacos terreros, balas de paja, etc. El objetivo de estas barreras es contener los sedimentos excesivos, en lugares establecidos antes de que el agua pase a las vías de drenaje natural o artificial, y reducir la energía erosiva de las aguas de escorrentía que las atraviesan. Se utilizan cuando las áreas a proteger son pequeñas y cuando no se produce una elevada cantidad de sedimentos.

Si las aguas que salen de las balsas sobrepasan los valores límites establecidos por la legislación vigente serán necesarios tratamientos adicionales (coagulación, floculación, ...). En el caso de que no sea posible o conveniente realizar los tratamientos de floculación, se estudiará instalar filtros que recojan la mayor parte del efluente.

Para asegurar la eficacia de los sistemas de depuración primaria se preverán las correspondientes labores de mantenimiento de las balsas. Estas labores han de incluir la extracción, transporte y el depósito de los lodos. También deben tenerse en cuenta las posibles propiedades físico-químicas de estos lodos (por su posible contaminación) y las zonas posibles para su acopio.

Finalmente, deben estar también previstas las labores de desmantelamiento de los sistemas de depuración que, una vez finalizadas las obras, ya no se utilicen, y el tratamiento que recibirán dichas áreas. Se propone un diseño cuidadoso de manera que puedan servir como zonas húmedas temporales con una adecuada restauración vegetal.

### 2.6.7.3 Tratamiento y Gestión de Residuos

Los vertidos de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos procedentes de las zonas de instalaciones no serán en ningún caso vertidos a los cursos de agua. La gestión de esos productos residuales deberá estar de acuerdo con la normativa aplicable en cada caso (residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos, residuos inertes, etc.). En este sentido el Contratista incorporará a su cargo las medidas para la adecuada gestión y tratamiento en cada caso.

Los parques de maquinaria incorporarán plataformas completamente impermeabilizadas y con sistemas de recogida de residuos y específicamente de aceites usados- para las operaciones de repostaje, cambio de lubricantes y lavado.

De manera específica se deberán definir los lugares y sistemas de tratamiento de las aguas procedentes del lavado de hormigoneras.

Para evitar la contaminación de las aguas y del suelo por vertidos accidentales las superficies sobre las que se ubiquen las instalaciones auxiliares deberán tener un sistema de drenaje superficial, de modo que los líquidos circulen por gravedad y se pueda recoger en las balsas de decantación cualquier derrame accidental antes de su infiltración en el suelo.

#### 2.6.7.3.1 Obligaciones del productor de residuos (ART.4 RD 105/2008)

El “Productor de Residuos” es el titular del bien inmueble en quien reside la decisión de construir o demoler. Se identifica con el titular de la licencia del bien inmueble objeto de las obras.

Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un “Estudio de gestión de residuos” (el presente Estudio de gestión de residuos).

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos (PGR) que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

Según exige en la normativa vigente, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, debe hacer un inventario de los residuos peligrosos, así como su retirada selectiva con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.

#### 2.6.7.3.1.1 Gestión de residuos

Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La tierra vegetal que pueda tener un uso posterior para restauración o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, centro de reciclaje de plásticos/madera...) sean centros autorizados por la Comunidad Autónoma. En caso de que los gestores sean intermediarios, deberán estar inscritos en el registro de la Comunidad Autónoma, debiendo facilitar la documentación que acredite la gestión final del residuo por gestor autorizado. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.

Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final, además de la correspondiente a sus autorizaciones o inscripciones.

#### 2.6.7.3.1.2 Separación

El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.

El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.

Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos

Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en los municipios en los que se localicen.

### 2.6.7.3.1.3 Documentación

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición (documentación referida a gestores, transportistas, vehículos, gestiones...).

El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.

El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.

Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma. Se aportará documentación que acredite la autorización de los transportistas y de su vehículo, así como del gestor final del residuo.

El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

### 2.6.7.3.2 Obligaciones del poseedor de residuos en obra

Ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos que se generan en ella. La figura del poseedor de los residuos en obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

Debe presentar al promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos. Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.

Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el articulado a partir de que valores se ha de proceder a

esta clasificación de forma individualizada. Esta clasificación es obligatoria una vez se han sobrepasado determinados valores conforme al material de residuo que sea, ciertas comunidades autónomas obligan a esta clasificación.

Si él no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que él lo ha realizado en lugar del Poseedor de los residuos.

- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- Cumplir las normas y órdenes dictadas.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.
- Seguir un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.
- Para el personal de obra, el cual está bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, es responsable de cumplir todas aquellas órdenes y normas que el Gestor de los Residuos disponga. Estará obligado a:
- Etiquetar de convenientemente cada contenedor que se vaya a usar en función de las características de los residuos que se depositarán informando sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. Las etiquetas deben ser de gran formato, resistentes al agua y con información clara y comprensible.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo (las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos).
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.



- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra, que se comunicarán a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

#### 2.6.7.3.2.1 Con carácter General

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

##### Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada. La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas por la Junta de Andalucía.

##### Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Junta de Andalucía.

##### Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

#### 2.6.7.3.2.2 Con carácter particular

Para los derribos se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares de las partes o elementos peligrosos, tanto de la propia obra como de los edificios colindantes. Se retirarán los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 m<sup>3</sup>, contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionamiento que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y separados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y separar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros y se prohibirá su depósito en obra o cercanías, debiendo ser retirados a la planta de hormigón o donde el suministrador disponga.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

#### 2.6.7.3.3 **Gestión de las aguas residuales**

Las aguas fecales procedentes de las oficinas localizadas en las instalaciones auxiliares de obra, se deberán de conectar con la red de saneamiento existente. En el caso de que esto no sea posible, la solución consistirá en la implantación en dichas instalaciones auxiliares de fosas sépticas. Las aguas residuales almacenadas se trasladarán a una estación regeneradora para su tratamiento.

Se distinguen dos clases de aguas residuales: aguas químicamente contaminadas y aguas sanitarias.

##### 2.6.7.3.3.1 Aguas químicamente contaminadas

Este término hace referencia a aquellas aguas recogidas en puntos limpios u otras localizaciones de la obra que contengan, o probablemente contengan, cualquier tipo de sustancia química: óxidos, detergentes, pinturas, etc.

Asimismo, se incluyen en dicho término las aguas con alta concentración de grasas provenientes del desengrasador de aguas fácilmente recuperables. Este tipo de aguas se dispondrá en depósito estanco sobre terreno impermeabilizado, canalizaciones perimetrales y balsa de seguridad.

#### 2.6.7.3.3.2 Aguas sanitarias

Definen las aguas procedentes de servicios sanitarios y serán depositadas en un tanque estanco independiente, fosa séptica o similar.

En el caso de que los servicios sanitarios sean móviles, estos equipos contendrán un depósito estanco que será transportado al punto limpio más cercano para su tratamiento.

#### 2.6.7.4 Desarrollo de la Vigilancia Ambiental

La vigilancia ambiental de las obras tiene como objetivos básicos:

- a) velar para que, en relación con el medio ambiente, las obras se realicen según el proyecto y las condiciones de su aprobación.
- b) determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental contenidas en el Anejo de Integración Ambiental.
- c) verificar la exactitud y corrección de las medidas correctoras y protectoras definidas.

El Contratista deberá nombrar un Responsable Técnico de Medio Ambiente que será el responsable de la realización de las medidas correctoras, en las condiciones de ejecución, medición y abono previstas en este Pliego de Prescripciones Técnicas y de proporcionar a La Administración, la información y los medios necesarios para el correcto cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del proyecto. A estos efectos, el Contratista está obligado a:

- 1º Tener implantado un Sistema de Gestión Medioambiental de acuerdo con la normativa ISO 14000.
- 2º Presentar a la aprobación de la Dirección Ambiental de Obra, al comienzo de los trabajos, un *Manual de Buenas Prácticas Ambientales*, que tenga amplia difusión entre todo el personal que intervenga en la construcción.
- 3º Mantener a disposición de La Administración un *Diario Ambiental de Obra*, actualizado mediante el registro en el mismo de la información que se detalla en el PVA del proyecto.

#### 2.6.8 Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC)

Con objeto de garantizar que todos los materiales, equipos, instalaciones y estructuras, se construyan de acuerdo con el contrato, códigos normas y especificaciones de diseño, el Contratista efectuará el correspondiente Plan de Aseguramiento de la Calidad, que comprenderá los siguientes aspectos:

- Control de materias primas.
- Control de calidad de los equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Control de la ejecución de la obra y montaje de los equipos.
- Inspección y pruebas con objeto de efectuar el control de calidad de la obra terminada.

##### 2.6.8.1 Programa de Garantía de Calidad

El Contratista un mes antes de la fecha programada para el inicio de los trabajos, enviará a la Dirección de Obra, el correspondiente programa de garantía de Calidad en el cual incluirá al menos los siguientes conceptos:

- Organización.

- Procedimientos e Instrucciones de todas las unidades de obra.
- Control de materiales y suministros.
- Normas para el almacenamiento y transporte.
- Trabajos especiales.
- Inspecciones.

a) Organización

Se incluirá un organigrama específico de la garantía de Calidad, de acuerdo con el tipo de obra, las necesidades y exigencias de la misma, los medios a utilizar, ya sean propios o ajenos y la interdependencia que debe existir entre cada uno de ellos.

b) Procedimientos e Instrucciones

En el programa de Garantía de Calidad, se incluirá una relación de los procedimientos, instrucciones y ensayos que es necesario realizar en cada una de las actividades incluidas en el presente Proyecto, de forma que se pueda garantizar que todas las obras realizadas cumplan con lo indicado en las presentes Prescripciones, así como con las Normas que sean de aplicación.

c) Control de materiales y suministros

El Contratista presentará a la Dirección de Obra y para cada equipo una relación con nombre y dirección de al menos dos posibles suministradores, así como la calidad de los materiales propuestos. De éstos la Dirección de Obra elegirá el que estime más adecuado. No se podrá instalar ningún material ni equipo sin que haya recibido la aprobación correspondiente por parte de la Dirección de Obra.

La documentación a presentar para cada equipo o material, será como mínimo la siguiente:

- Plano de conjunto del equipo.
- Plano de detalle.
- Documentación complementaria suficiente para que la Dirección de Obra pueda tener la información necesaria para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Materiales que componen cada elemento del equipo, vida media, y características.
- Normas de acuerdo con las que ha sido diseñado.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuales de ellas deben realizarse en taller y cuales en obra. Para las primeras deberá avisarse a la Dirección de Obra con quince (15) días de anticipación a la fecha de las pruebas.
- Marcas, modelos y tipos completamente definidos de todos los materiales presupuestados.
- Manifestación expresa de que los equipos propuestos cumplen con todos los reglamentos vigentes que puedan afectarles.
- Normas que para los diferentes equipos presente el Contratista y será utilizado para la comprobación de los equipos a la recepción.

En el caso de que las pruebas propuestas por el Contratista no se ajusten a ninguna Norma Oficial, y deban desarrollarse éstas bajo condiciones particulares, el Contratista está obligado a presentar cuanta información complementaria estime conveniente la Dirección de Obra, quien podrá rechazar el equipo propuesto si, a su juicio, dicho programa de pruebas no ofrece garantías suficientes.

d) Almacenamiento y transporte

El programa a desarrollar por el Contratista, deberá indicar los procedimientos e instrucciones propias relativas al cumplimiento de las Normas exigidas para la manipulación transporte de los materiales y equipos utilizados en la obra.

e) Trabajos especiales

Dentro de los trabajos especiales se incluyen los de soldadura, ensayos, pruebas etc. los cuáles serán realizados por personal cualificado del Contratista, de acuerdo con los Códigos, Normas y Especificaciones a cumplir.

El programa definirá los medios para asegurar, cumplir y documentar tales requisitos.

f) Gestión de la documentación

Se asegurará la adecuada gestión de la documentación relativa a la calidad de la obra de forma que se consiga una evidencia final documentada de la calidad de los elementos y actividades incluidos en el Programa de Garantía de Calidad.

El Contratista definirá los medios para asegurarse que toda la documentación relativa a la calidad de la construcción es archivada y controlada hasta su entrega a la Dirección de la obra.

### 2.6.8.2 Plan de Control de Calidad

Para cada una de las actividades de obra que comprende el presente Proyecto, el Contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan de Control de Calidad, que deberá ser aprobado por la misma.

Como mínimo el Plan afectará a las siguientes actividades:

- Recepción de materiales
- Fabricación, colocación e instalación de tuberías
- Excavaciones
- Rellenos y compactaciones de zanjas
- Rellenos y compactaciones en balsas
- Impermeabilizaciones
- Terraplenes
- Fabricación, transporte y colocación del hormigón
- Fabricación y acopio de materiales de relleno (material filtrante, arenas,...)
- Fabricación, acopio y montaje de equipos electromecánicos
- Fabricación, acopio e instalación de equipos de control y automatismo
- Fabricación de mezclas bituminosas

El Plan de Control de Calidad incluirá como mínimo la descripción de los siguientes conceptos que le sean aplicables, según la actividad a realizar:

- Descripción y objeto del plan
- Códigos y Normas aplicables
- Certificados
- Materiales a utilizar
- Planos de construcción

- Procedimientos de inspección, ensayos y pruebas
- Proveedores y suministradores
- Transporte y almacenamiento
- Puesta en obra y controles a realizar
- Documentación a generar durante la construcción, inspección, ensayos y pruebas.
- Certificados y PPI's

Adjunto al Plan de Aseguramiento de Calidad, se incluirá un Programa de Puntos de Inspección, documento que consistirá en un listado secuencial de todas las operaciones de construcción, inspección, ensayos y pruebas a realizar durante toda la actividad o fase de obra.

Para cada operación se indicará, siempre que sea posible, la referencia de los planos y procedimientos a utilizar, así como la participación de las organizaciones del Contratista en los controles a realizar. Se dejará un espacio en blanco para que la Dirección de la obra pueda marcar sus propios puntos de inspección.

Una vez finalizada la actividad o fase de obra, existirá una evidencia (mediante protocolos o firmas en el P.P.I.) de que se han realizado todas las inspecciones, pruebas y ensayos programados por las distintas organizaciones implicadas.

En los artículos de las presentes Prescripciones se indican el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de la obra para controlar la misma.

La Dirección de Obra podrá modificar los mismos con objeto de conseguir el adecuado control de calidad de los trabajos, así como recabar del Contratista la realización de controles no previstos en el Proyecto.

Todos los costes ocasionados al Contratista como consecuencia de las obligaciones que contrae en cumplimiento del Control de Calidad y de lo indicado en estas Prescripciones, serán de su cuenta y se consideran incluidos en los precios del Proyecto. Dentro de los ensayos y pruebas se consideran incluidos, los que realice el Contratista como parte de su propio Control de Calidad, como los establecidos por LA ADMINISTRACIÓN, para el Control de Calidad de "Recepción" y que están definidos en estas Prescripciones o en la Normativa general que sea de aplicación al presente Proyecto.

### **2.6.8.3 Control de Calidad por parte de la Dirección de Obra**

La Dirección de Obra, con independencia de lo anterior ejecutará las comprobaciones, mediciones y ensayos que estime oportunos, que llamaremos de "Supervisión del Aseguramiento de la Calidad o Autocontrol".

Para la realización de dichos ensayos la Dirección de Obra, tendrá acceso en cualquier momento a los distintos tajos de la misma, fábricas y procesos de fabricación, laboratorios, etc. El Contratista suministrará a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados, y dará las facilidades necesarias para ello.

El coste de la ejecución de estos ensayos, si como consecuencia de los mismos, el material o unidad de obra cumple con las exigencias de calidad, será por cuenta de la Administración y por cuenta del Contratista en los siguientes casos:

Si como consecuencia de los mismos, el material o unidad de obra es rechazado.

Si se trata de ensayos adicionales propuestos por el Contratista sobre suministros, materiales o unidades de obra, que hayan sido previamente rechazados en los ensayos efectuados por la Dirección de Obra.

### **2.6.9 Trabajos Nocturnos**

Los trabajos nocturnos serán autorizados por la Dirección de Obra y realizados únicamente en las unidades de obra que ella indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación, del tipo de intensidad que la Dirección de Obra ordene, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos.

### **2.6.10 Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos**

Los trabajos ejecutados por el Contratista, modificando lo prescrito en los documentos contractuales del Proyecto sin la debida autorización, deberán ser derruidos a su costa si la Dirección de Obra lo exige, y en ningún caso serán abonables.

El Contratista será responsable de los daños y perjuicios que por esta causa puedan derivarse para la Administración Igual responsabilidad acarreará al Contratista la ejecución de trabajos que la Dirección de Obra reputa como defectuosos.

Las unidades incorrectamente ejecutadas o en que se incorporen materiales de calidad inadecuada, no se abonarán, debiendo el Contratista, en su caso, proceder a su demolición y correcta reconstrucción, todo ello a su costa.

En el caso de que los trabajos defectuosos se entendieran aceptables, a juicio de la Dirección de Obra, el Contratista podrá optar por su demolición y reconstrucción según el párrafo anterior, o bien conservar lo construido defectuosamente o con materiales inadecuados, con una rebaja en el precio de la totalidad de la unidad defectuosamente ejecutada o a la que se haya incorporado material de inadecuada calidad, cifrada, en porcentaje, igual al triple del porcentaje de defecto, estimado éste como relación entre la diferencia entre la calidad estimada y el límite establecido, como numerador, y el límite establecido como denominador, expresada esta relación en porcentaje.

### **2.6.11 Mantenimiento de servicio, tráfico y paso**

El Contratista, al encontrarse un servicio afectado, camino o paso de peatones o vehículos, deberá realizar las operaciones de tal forma que, bajo ningún aspecto, se pueda interrumpir el servicio o tráfico, debiendo realizar los trabajos necesarios para ello.

Si fuera necesario realizar desvíos provisionales, rampas de acceso, construir infraestructuras provisionales, etc., la construcción y conservación durante el plazo de utilización será de cuenta del Contratista, no recibiendo el mismo, abono alguno por estos conceptos, ya que se consideran incluidos en los precios de la correspondiente unidad de obra.

### **2.6.12 Señalización de las Obras**

El Contratista quedará obligado a señalar a su costa las obras objeto del Contrato, con arreglo a la normativa vigente, a la que señalen los Organismos competentes y a las instrucciones de la Dirección de Obra, siendo responsable del cumplimiento de la legislación vigente.

No deberán iniciarse actividades que afecten a la libre circulación por una carretera sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y, en su caso, defensa. Estos elementos deberán ser modificados e incluso retirados por quien los colocó, tan pronto como varíe o desaparezca la afección a la libre circulación que originó su colocación, cualquiera que sea el periodo de tiempo en que no resultaran necesarios, especialmente en horas nocturnas y en días festivos. Si no se cumpliera lo anterior la Propiedad podrá retirarlos, bien directamente o por medio de terceros, pasando el oportuno cargo de gastos al Contratista, quien no podrá reemprender las obras sin abonarlo ni sin restablecerlos.

En aquellos lugares que indique la Dirección de Obra, el Contratista está obligado a colocar carteles informativos de la obra a realizar, siendo a cargo del mismo, todos los gastos que esto origine.

El Contratista señalará la existencia de zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra, y vallará todas las zonas peligrosas, debiendo establecer la vigilancia

necesaria, en especial por la noche para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

### **2.6.13 Explosivos y Equipos para Explosivos**

El Contratista estará obligado a adoptar medidas protectoras de carácter ambiental, en cuanto a:

- Control de la generación de polvos en las áreas que requieran el empleo de barrenos y explosivos.
- Control de la onda expansiva en las voladuras: reducción de la longitud del cordón detonante, confinamiento de las cargas de explosivo con longitudes de retacado suficientes, disminución de las cargas por unidad de microrretardo, y dimensionamiento adecuado en la disposición de los barrenos (en caso de resultar necesarias).
- Realización de las voladuras en las horas y condiciones más adecuadas, en coordinación con la Dirección Ambiental de Obra (en caso de resultar necesarias).

### **2.6.14 Precauciones especiales durante la ejecución de las obras**

**Lluvias.-** Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas y demás desagües se conservarán y mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes.

**Heladas.-** Si existe temor de que se produzcan heladas, el Contratista de las obras protegerá todas las zonas que pudieran quedar perjudicadas por los efectos consiguientes. Las partes de obra dañadas se levantarán y reconstruirán a su costa, de acuerdo con lo que se señala en estas Prescripciones.

**Incendios.-** El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las instrucciones complementarias que figuren en las Prescripciones Técnicas Particulares, o que se dicten por la Dirección de Obra.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

**Uso de explosivos.-** La adquisición, transporte, almacenamiento, conservación, manipulación y empleo de las mechas, detonadores y explosivos, se regirán por las disposiciones vigentes que regulan la materia, o que se dicten por la Dirección de Obra.

Los almacenes de explosivos estarán claramente identificados, y situados a más de trescientos metros (300 m) de la obra contratada o de cualquier otra construcción existente.

En las voladuras se pondrá especial cuidado en la carga y pega de los barrenos, dando aviso de las descargas con antelación suficiente para evitar posibles accidentes. La pega de los barrenos se hará, a ser posible, a hora fija, y fuera de la jornada laboral, o durante los descansos del personal de la obra en la zona afectada por las voladuras, no permitiéndose la circulación de persona o vehículo dentro del radio de acción de éstas, desde cinco (5) minutos antes de prender fuego a las mechas o explosionar las pegas eléctricas, hasta después que hayan estallado todas ellas.

Siempre que sea posible, las pegas se efectuarán mediante mando eléctrico a distancia, comprobando previamente que no sean posibles explosiones incontroladas debidas a instalaciones o líneas eléctricas próximas. En todo caso se emplearán mechas y detonadores de seguridad.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá ser de reconocida práctica y pericia en estos menesteres y reunirá condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponde a estas operaciones.



El Contratista suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su emplazamiento y estado de conservación garantizarán en todo momento, su perfecta visibilidad.

El Contratista dedicará una especial atención, al cumplimiento estricto de todo lo dispuesto sobre esta materia, en la legislación y reglamentos en vigor respecto a la realización de trabajos subterráneos y a cielo abierto y ello, tanto en cuanto concierne a la manipulación de explosivos y realización de voladuras, como en todo lo que respecta al modo de ejecución de los trabajos y a las medidas a adoptar para la adecuada seguridad y salubridad de los tajos.

En todo caso, el Contratista cuidará de no poner en peligro vidas o propiedades, y será responsable de los daños que se deriven del empleo de explosivos.

Si por cualquier causa, excepto catastrófica, los supuestos antes enumerados se produjeran, todos los gastos para subsanar los daños, incluyendo los medios que fueran necesarios para minimizarlos (equipos de extinción, por ejemplo) serán por cuenta del Contratista. Plan de Aseguramiento de la calidad impositiva

#### **2.6.15 Modificación de Obra**

La modificación del contrato no podrá realizarse con el fin de adicionar prestaciones complementarias a las inicialmente contratadas, ampliar el objeto del contrato a fin de que pueda cumplir finalidades nuevas no contempladas en la documentación preparatoria del mismo, o incorporar una prestación susceptible de utilización o aprovechamiento independiente.

#### **2.6.16 Suspensión de las obras**

Siempre que la Administración acuerde una suspensión temporal, parcial o total, de la obra, o una suspensión definitiva, se deberá levantar la correspondiente Acta de Suspensión, que deberá ir firmada por el Director de las Obras y el Contratista, y en la que se hará constar el acuerdo de la Administración que originó la suspensión, definiéndose concretamente la parte o partes de la totalidad de la obra afectada por aquellas.

El Acta debe ir acompañada, como anexo y en relación con la parte o partes suspendidas, de la medición de la obra ejecutada en dichas partes y de los materiales acopiados a pie de obra utilizables exclusivamente en las mismas.

Si la suspensión temporal solo afecta a una o varias partes o clases de obra que no constituyen la totalidad de la obra contratada, se utilizará la denominación "Suspensión Temporal Parcial" en el texto del Acta de Suspensión y en toda la documentación que haga referencia a la misma; si a la totalidad de la obra contratada, se utilizará la denominación "Suspensión Temporal Total" en los mismos documentos.

En ningún caso se utilizará la denominación "Suspensión Temporal" sin concretar o calificar el alcance de la misma.

#### **2.6.17 Obras y servicios auxiliares**

Todas las obras y servicios auxiliares necesarios serán de cuenta del Contratista y su coste se considerará incluido en los presupuestos del Proyecto de Ejecución. En concreto serán por cuenta del Contratista las obras y servicios auxiliares que se especifican a continuación:

### **2.7 VALLADO, SEÑALIZACIÓN Y ENTORNO DE LA OBRA**

El Contratista tendrá la obligación de colocar señales bien visibles tanto de día como de noche, en las obras de explanación, zanjas y pozos, así como las vallas, palenques y balizamientos necesarios para evitar accidentes a transeúntes y vehículos, propios o ajenos a la obra.

Asimismo, en el caso de que la ejecución de las obras exija la inutilización o afección parcial o total de alguna vía o conducción pública o privada, el Contratista dispondrá los pasos provisionales

necesarios con elementos de suficiente seguridad, para reducir al mínimo las molestias a los viandantes y tráfico rodado o en el caso de que se trate de conducciones, protegerlas a fin de no perturbar al servicio que hayan de prestar, todo ello de acuerdo con la forma y en los lugares que determine el Director Técnico de las Obras.

En todo momento el Contratista deberá cuidar del aspecto exterior de la obra y sus proximidades, a la vez que pondrá en práctica las oportunas medidas de precaución, evitando montones de tierra, escombros, acopios de materiales y almacenamiento de útiles, herramientas y maquinaria.

Las responsabilidades que pudieran derivarse de accidentes y perturbación de servicios ocurridos por incumplimiento de las precedentes prescripciones, serán de cuenta y cargo del Contratista.

## **2.8 CARTELES ANUNCIADORES**

El Contratista estará obligado a **colocar a sus expensas**, de forma bien visible, un máximo de **dos carteles anunciadores** donde se indique la información que determine el Director de las Obras.

La colocación de cualquier otro cartel anunciador del Contratista o de sus suministradores y su contenido deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

## **2.9 FOTOGRAFÍAS**

El Contratista quedará obligado a presentar mensualmente reportaje fotográfico de cada una de las partes más significativas de las obras. El coste de dicho reportaje fotográfico correrá a expensas del Contratista.

## **2.10 ALMACENES**

El Contratista deberá instalar en obra los almacenes precisos para asegurar la conservación de materiales y equipos, siguiendo las instrucciones que a tal efecto reciba de la Dirección de las Obras.

## **2.11 OFICINAS DE OBRA DE LA ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRA.**

El Contratista habrá de ejecutar y amueblar las oficinas de obra necesarias para la Administración y Dirección de la Obra, aparte de las que él mismo necesite, antes de cualquier otra construcción en los terrenos de ubicación de las instalaciones, sin que en ningún caso la superficie edificada por este concepto con destino a la Administración y Dirección de Obra, supere los 100 m<sup>2</sup>. Además, las instalaciones deberán de disponer de las propias conexiones eléctricas, de teléfono y ADSL. En estas instalaciones la Dirección de la Obra podrá ubicar al personal de la Asistencia Técnica.

## **2.12 CONSERVACIÓN DE LA OBRA**

El Contratista está obligado no sólo a la ejecución de la obra, sino también a su conservación hasta la recepción de la misma. La responsabilidad del Contratista, por faltas que en la obra puedan advertirse, se extiende al supuesto de que tales faltas se deban a una indebida o defectuosa conservación de las unidades de obra, aunque éstas hayan sido examinadas y encontradas conformes por la Dirección de las Obras inmediatamente después de su construcción o en cualquier otro momento dentro del periodo de vigencia del Contrato.

## **2.13 PRUEBAS Y ENSAYOS PREVIOS A LA RECEPCIÓN**

Previamente a la Recepción de las Obras se realizarán las pruebas de reconocimiento conforme con lo especificado en el PG3, las normas UNE y de abastecimiento vigentes y, en su defecto, en función de las normas y recomendaciones que especifique la Dirección de obra. El programa de pruebas incluido en el Proyecto de Ejecución estipulará cuales deben realizarse en taller, en obra o en laboratorio, así como las pruebas de sistemas que comprendan varios equipos y que deban realizarse después de la instalación de los mismos.

Las pruebas de reconocimiento verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el simple antecedente para la Recepción de las Obras. Por lo tanto, la admisión de materiales, elementos o unidades, de cualquier forma, que se realice en el curso de las obras y antes de su Recepción, no atenúa la obligación de subsanar o reponer deficiencias; si las instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de la Recepción.

La Prueba General de Funcionamiento antes de la Recepción de las Obras y se considerará satisfactoria cuando todos los sistemas mecánicos, eléctricos, instrumentación, automatización y supervisión funcionen correctamente en condiciones de trabajo reales durante el periodo estipulado.

El Contratista deberá avisar la fecha de la realización de las pruebas al Director de las Obras con antelación suficiente para que éste o la persona en quien delegue puedan estar presentes en todas las pruebas y ensayos de materiales, mecanismos y obra ejecutada establecidas en el programa de pruebas. Las pruebas especializadas deberán confiarse a laboratorios homologados, independientes del Contratista, salvo decisión en contrario del Director de las Obras.

No se procederá al empleo de los materiales sin que estos sean examinados y aceptados por el Director de las Obras previa realización de las pruebas y ensayos previstos.

El resultado negativo de las pruebas a que se refiere el presente capítulo dará lugar a la reiteración de las mismas tantas veces cuantas considere necesarias la Dirección de las Obras y en los lugares elegidos por ésta hasta comprobar si la prueba negativa afecta a una zona parcial susceptible de reparación o refleja defecto de conjunto que motive la no admisión en su totalidad de la obra comprobada.

#### **2.14 GASTOS DE LAS PRUEBAS**

Todos los gastos a que den lugar la ejecución de las pruebas prescritas en el Proyecto de Ejecución, tanto los realizados en obra o en talleres como los que se lleven a cabo en Laboratorios, así como las minutas de los ensayos y pruebas de homologación que hayan de realizar firmas especializadas, serán de cuenta del Contratista.

El Director de las Obras podrá añadir por su parte cuantas pruebas quiera realizar de elementos o del conjunto de las obras. Estas pruebas tendrán carácter válido para juzgar de la calidad de la obra realizada aun cuando se hagan sin la presencia del Contratista. Los gastos de este tipo de pruebas adicionales serán de cuenta de la Administración.

#### **2.15 PRUEBAS DE RENDIMIENTO DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA**

Durante el Periodo de Garantía se llevará a cabo un completo programa de pruebas, que servirá de base para la fijación del cumplimiento de las condiciones que se exigen a la Planta y a sus diversos elementos, y en su caso, a la aplicación de la sanción prevista por defecto de los rendimientos.

En el Acta de la Recepción de las Obras se establecerá el programa detallado de dichas pruebas para cuya redacción la Dirección de las Obras dará audiencia al Contratista.

Los gastos a que den lugar las pruebas que se establecen durante el periodo de garantía, serán de cuenta de la Administración, salvo el mantenimiento del equipo de personal del Contratista, designado para dicho periodo.

Se realizarán pruebas de consumo de energía mediante el establecimiento de estados de consumo mensual, según lectura de los contadores correspondientes a las distintas partes de la instalación.

Si los consumos globales hallados no coincidieran con los que deben corresponder al tiempo de funcionamiento de las distintas máquinas, según los datos de los aparatos registradores y los partes de explotación, se investigará la causa de las deficiencias comprobándose directamente los rendimientos de aquellas máquinas, y se procederá a su sustitución o reparación o la aplicación de sanciones cuando haya lugar.

## **2.16 ACTAS DE PRUEBAS**

De las pruebas de materiales, aparatos, obras ejecutadas, y de puesta punto de los diferentes sistemas y subsistemas, así como de las Pruebas de Rendimiento se levantarán Actas que servirán de antecedentes para la recepción.

## **2.17 OBRAS PREPARATORIAS Y ACCESOS**

### **2.17.1 Definición**

Este artículo comprende la totalidad de los trabajos preparatorios, obras auxiliares y accesos necesarios para la ejecución de los trabajos objeto del contrato, incluyendo el mantenimiento de dichas instalaciones y accesos hasta la recepción de la obra. Incluye también las previsiones que han de tomarse para la preservación y restauración del medio ambiente local, durante y hasta la recepción de los trabajos.

### **2.17.2 Obras preparatorias**

El Contratista ejecutará los siguientes trabajos preparatorios, de acuerdo al programa de Trabajo:

1. Suministro y transporte al lugar del equipo principal de construcción y de todas las herramientas y utensilios requeridos.
2. Montaje de plantas y demás instalaciones para la construcción.
3. Construcción, si es necesario, de oficinas, talleres, almacenes, campamentos, viviendas, polvorines y demás instalaciones para la construcción.
4. Acondicionamiento de áreas de almacenamiento de materiales, áreas de estacionamiento y áreas de disposición de residuos.
5. Equipamiento de las instalaciones provisionales con sus correspondientes servicios de: agua potable, instalaciones sanitarias, depuración de aguas negras, instalaciones eléctricas, comunicaciones, etc.

Del mismo modo, y una vez concluidos los trabajos, el Contratista procederá a:

1. La retirada de equipos del lugar de trabajo una vez terminada la totalidad de la obra.
2. La demolición de las obras preparatorias y no permanentes que indique la Dirección de la Obra, retirada de los materiales resultantes y restauración del paisaje natural.

El Contratista deberá someter a la Dirección de Obra, para su aprobación, los posibles sitios de ubicación de las instalaciones provisionales con sus correspondientes planos detallados, programa de instalación, etc. Así mismo deberá presentar los esquemas de funcionamiento de las plantas con indicación de sus eficiencias y capacidades.

El Contratista deberá suministrar a la Dirección de Obra cualquier plano o información adicional que ésta considere necesarios con relación a las instalaciones y obras provisionales.

El Contratista deberá garantizar la calidad del agua potable, para lo cual procederá mensualmente o cuando la Dirección de Obra lo juzgue conveniente, a efectuar el análisis bacteriológico y químico del agua potable. En caso de no ser satisfactorio el resultado del análisis procederá a revisar las instalaciones y el tratamiento dado al agua y a realizar nuevos análisis, hasta la obtención de una calidad de agua adecuada.

El Contratista será responsable del suministro de energía, así como de la instalación y mantenimiento del sistema de comunicaciones.

Si fueran necesarios, los polvorines se construirán de acuerdo a las normas vigentes en el momento de su instalación y se revisarán si se modifican estas normas durante el período de construcción.

Los residuos provenientes de las instalaciones anteriormente descritas deberán ser dispuestos en las áreas de vertedero aprobadas por la Dirección de Obra.

### **2.17.3 Accesos**

El Contratista deberá construir y mantener aquellas vías de acceso e interiores necesarias para la realización de las obras cuyo trazado y características de sección deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

La construcción de estas obras no afectará al normal nivel de servicio de las carreteras de la zona. Así mismo el Contratista será responsable de la reparación de los daños que como consecuencia de las obras se produzcan en aquellas.

### **2.18 EQUIPOS**

El Contratista realizará el suministro, transporte e instalación en las áreas aprobadas, de todo el equipo, herramientas y utensilios requeridos para la ejecución de los trabajos estipulados en el contrato. Al finalizar la obra retirará a sus expensas el equipo utilizado.

### **2.19 DERECHO DE PASO Y MANTENIMIENTO DE SERVICIO**

El Contratista proveerá de paso continuo y seguro a las personas y vehículos que utilicen los caminos y vías de comunicación afectados por las obras.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes, empleando señales adecuadas y a satisfacción de la Dirección de Obra.

### **2.20 REPARACIÓN DE DAÑOS**

Durante el período de construcción el Contratista podrá utilizar las áreas de trabajo aprobadas, carreteras, caminos y áreas de estacionamiento existentes y las que él construya, con la condición de que repare, tanto durante el desarrollo de la obra, como al finalizar ésta, los daños que se ocasionen en dichas carreteras, obras anexas y en propiedades privadas, de tal manera que queden a satisfacción de la Dirección de Obra.

### **2.21 DEMOLICIÓN DE OBRAS TEMPORALES**

El Contratista al finalizar la obra, deberá demoler las obras temporales que la Dirección de Obra crea innecesarias y retirar todos los materiales resultantes a los lugares de deshecho o al lugar que indique ésta.

### **2.22 RESTAURACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE LOCAL**

Toda la modificación o destrucción del paisaje natural como consecuencia de rellenos, cortes, , elementos desmantelados, quemas, etc., debe ser restaurado de acuerdo a un plan elaborado por el Contratista y sometido a la consideración de la Dirección de Obra, con sesenta (60) días de anticipación al inicio de estos trabajos.

### **2.23 PRESCRIPCIONES GENERALES PARA TODOS LOS MATERIALES**

#### **2.23.1 Procedencia**

Cada uno de los materiales cumplirá las condiciones que se especifican en los artículos siguientes o en su defecto las calidades especificadas en el PG-3, la normativa UNE vigente y la normativa y recomendaciones de elementos y conducciones de abastecimiento de agua potable, que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes. La puesta en obra de cualquier material no atenuará en modo alguno el cumplimiento de las especificaciones.

El Contratista propondrá los lugares de procedencia, fábricas o marcas de los materiales, que habrán de ser aprobados por la Dirección de Obra previamente a su utilización.

Esta aprobación se considerará otorgada si la Dirección de Obra no expresa lo contrario en un plazo de diez (10) días naturales a partir del día en que el Contratista formule su propuesta de procedencia del material y entregue, en su caso, a la Dirección de Obra las muestras precisas para los ensayos. La Dirección de Obra podrá ampliar este plazo, comunicándolo así al Contratista dentro de él, siempre que los ensayos o pruebas necesarias para determinar la calidad de los materiales así lo exijan.

Para el caso de que los materiales a suministrar sean importados, el Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra:

- Certificado de origen.
- Certificado de calidad del fabricante (con inclusión de pruebas si le fueran requeridas).
- Factura proforma, a los quince días de la emisión del pedido.

Asimismo, el Contratista debe informar adecuadamente a la Dirección de Obra sobre las posibilidades de acogerse a los beneficios de exención arancelaria.

Todos los gastos derivados de esta tramitación serán de cuenta y cargo del Contratista.

### **2.23.2 Calidad de los materiales**

Todos los materiales que se empleen en las obras objeto del presente Proyecto, deberán cumplir las condiciones que se exigen en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y las normas que les sean de aplicación, y ser aprobados por la Dirección de Obra. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados, o que no hayan sido aprobados por la Dirección de Obra, será considerado como defectuoso, o incluso rechazable.

El Contratista deberá, por su cuenta suministrar a los laboratorios designados y posteriormente retirar, una cantidad suficiente de material a ensayar.

El Contratista establecerá a pie de obra el almacenaje o ensilado de los materiales, con la suficiente antelación para que pueda asegurarse el control de calidad de los mismos, antes de su empleo en obra, debiendo establecer la suficiente garantía y protección con objeto de asegurar el mantenimiento de sus características para su empleo en obra.

Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra con cargo al Contratista, o vertidos en los lugares que la Dirección de Obra indique.

En el caso que se utilicen elementos prefabricados, el control de Calidad de los mismos, se realizará en los talleres o lugar de fabricación autorizado u homologado.

Cuando los materiales no cumplan la calidad exigida en estas Prescripciones, o se demuestre que no son adecuados para su utilización, la Dirección de Obra, deberá ordenar al Contratista que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones exigidas.

### **2.23.3 Examen y prueba de los materiales**

#### **2.23.3.1 Presentación previa de muestras**

No se podrá realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales sin que, previamente, se hayan presentado por el Contratista muestras adecuadas para que puedan ser examinadas y aceptadas, en su caso, en los términos y forma prescritos en estas Prescripciones o que en su defecto pueda decidir la Dirección de Obra.

#### **2.23.3.2 Ensayos**

La Dirección de obra designará el laboratorio con el que hace sus ensayos de contraste, mencionados anteriormente. Para los ensayos y pruebas del contratista, éste realizará la propuesta de laboratorio homologado y deberá ser aprobado por la DO

Se utilizarán para los ensayos, las normas que en los diversos artículos de este capítulo se fijan.

Se indican en el presente Pliego, con las siglas N.L.T., las normas publicadas por el Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del "Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas".

M.E. indica métodos de ensayo de la Instrucción EHE-08 especial para estructuras de hormigón armado.

Se designan por UNE, las normas emitidas por la Asociación Española de Normalización y Certificación y por A.S.T.M. las normas de la "American Society for Testing of Materials".

El número de ensayos que se fija en cada artículo, es mínimo y en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquel que exija una frecuencia mayor.

La Dirección de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de calidad de los trabajos, y podrá exigir al Contratista la realización de ensayos no previstos en el Proyecto.

En caso de que el Contratista no estuviera conforme con los resultados de los ensayos realizados, se someterá la cuestión al Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción, del "Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas", siendo obligatoria, para ambas partes, la aceptación de los resultados que en él se obtengan.

#### **2.23.3.3 Gastos de los ensayos**

Todos los gastos de prueba y ensayos, de los materiales, **serán en todo caso de cuenta del Contratista**, y se consideran incluidos en los precios de unidades de obra. El Contratista suministrará por su cuenta, a los laboratorios señalados por la Dirección de Obra, y de acuerdo con ellos, una cantidad suficiente del material a ensayar.

#### **2.23.4 Transporte y acopio**

El transporte de los materiales hasta los lugares de acopio o de empleo, se efectuará en vehículos adecuados para cada clase de material, que, además de cumplir todas las disposiciones legales referentes al transporte, estarán provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en obra y de forma que se facilite su inspección. La Dirección de Obra podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

La Dirección de Obra podrá rechazar todo material que por defecto de transporte o de almacenamiento no cumpla con las condiciones exigidas.

#### **2.23.5 Materiales que no sean de recibo**

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no sean de recibo, ni satisfagan a las condiciones impuestas a cada uno de ellos en particular, en estas Prescripciones.

#### **2.23.6 Responsabilidad del contratista**

La recepción de los materiales, no excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de ellos, y quedará subsistente hasta que se reciban las obras en que dichos materiales se hayan empleado.

### **2.24 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

#### **2.24.1 Generalidades**

Hasta que tenga lugar la recepción, el Contratista responderá de la ejecución de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiera, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección de Obra haya examinado o reconocido, durante su construcción, las

partes y unidades de la obra o los materiales empleados, y aunque hayan sido incluidos éstos y aquéllas en las mediciones y certificaciones parciales.

Si se advierten vicios o defectos en la construcción o se tienen razones fundadas para creer que existen vicios ocultos en la obra ejecutada, la Dirección de Obra ordenará, durante el curso de la ejecución y siempre antes de la recepción, la demolición y reconstrucción de las unidades de obra en que se den aquellas circunstancias o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos.

Si la Dirección de Obra ordena la demolición y reconstrucción por advertir vicios o defectos patentes en la construcción, los gastos de esas operaciones serán de cuenta del Contratista.

En el caso de ordenarse la demolición y reconstrucción de unidades de obra por creer existentes en ella vicios o defectos ocultos, los gastos incumbirán al Contratista si resulta comprobada la existencia real de aquellos vicios o defectos, caso contrario le serán abonados.

Para las obras o parte de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección de Obra con la suficiente antelación, a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definen, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta del aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones de la Dirección de Obra sobre el particular.

La Dirección de Obra tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutada a que se refiere el artículo anterior y los precios contratados, redactará la correspondiente relación valorada al origen y ésta deberá ser conformada por la citada Dirección y el representante del Contratista.

El Contratista podrá proponer, siempre por escrito, a la Dirección de Obra la sustitución de una unidad de obra por otra que reúna mejores condiciones, el empleo de materiales de más esmerada preparación o calidad que los contratados, la ejecución con mayores dimensiones de cualquier parte de la obra o, en general, cualquiera otra mejora de análoga naturaleza que juzgue beneficiosa para ella.

Si la Dirección de Obra estimase conveniente, aun cuando no necesaria, la mejora propuesta, podrá autorizarla por escrito, pero el Contratista no tendrá derecho a indemnización alguna, sino sólo el abono con estricta sujeción a lo contratado.

El Contratista estará obligado a la realización y utilización de todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

Todas las unidades de obra de este Pliego y las no definidas explícitamente, se abonarán de acuerdo con los precios unitarios del Cuadro de Precios del Proyecto, considerando incluidos en ellos todos los gastos de materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares o cualquier otro necesario para la ejecución completa de las distintas unidades.

#### **2.24.2 Modo de Abonar las obras defectuosas pero admisibles**

Si alguna obra no se hallara ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y si fuera, sin embargo, admisible a juicio de la Dirección de Obra podrá ser recibida, pero el Contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que la Dirección de Obra apruebe, salvo el caso en que el Contratista prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones del contrato.

#### **2.24.3 Modo de Abonar las obras completas**

El Contratista no puede bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar modificación alguna de los precios señalados en letra, en el Cuadro de Precios N° 1, los cuales son los que sirven de base a la adjudicación y los únicos aplicables a los trabajos contratados.



Todas las unidades de obra de este Pliego y las no definidas explícitamente, se abonarán de acuerdo con los precios unitarios del Cuadro de Precios del Proyecto, considerando incluidos en ellos todos los gastos de materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares o cualquier otro necesario para la ejecución completa de las citadas unidades.

#### **2.24.4 Modo de Abonar las obras incompletas**

Las cifras que para pesos o volúmenes de materiales figuren en las unidades compuestas del Cuadro de Precios Nº 2, servirán sólo para el conocimiento del coste de estos materiales acopiados a pie de obra, pero por ningún concepto tendrán valor a efectos de definir las proporciones de las mezclas ni el volumen necesario en acopios para conseguir la unidad de éste compactada en obra.

Cuando por rescisión u otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del Cuadro de Precios Nº 2 sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración de dicho cuadro, ni que tenga derecho el Contratista a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio. Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono, cuando estén acopiadas la totalidad del material, incluidos los accesorios, o realizadas en su totalidad las labores u operaciones que determinan la definición de la partida ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideran abonables fases con ejecución terminada, perdiendo el Contratista todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

#### **2.24.5 Otras unidades**

Aquellas unidades que no se relacionan específicamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se abonarán completamente terminadas con arreglo a condiciones, a los precios fijados en el Cuadro de Precios Nº 1 que comprenden todos los gastos necesarios para su ejecución, entendiéndose que al decir completamente terminadas, se incluyen materiales, medios auxiliares, montajes, pinturas, pruebas, puestas en servicio y todos cuantos elementos u operaciones se precisen para el uso de las unidades en cuestión.

#### **2.24.6 Abono de las Partidas Alzadas a justificar**

Serán objeto, para su abono, de mediciones detalladas, valorándose cada unidad al precio que, para la misma, figure en el Cuadro de Precios Nº 1.

#### **2.24.7 Abono de los Acopios**

Se podrán abonar las armaduras, cemento y todos aquellos materiales que no puedan sufrir daño o alteración de las condiciones que deban cumplir, siempre y cuando el Contratista adopte las medidas necesarias para su debida comprobación y conservación, y a juicio de la Dirección de Obra, no pudiendo ser ya retirados de los acopios más que para ser utilizados en obra. Dicha partida se incluirá en la relación valorada mensual y teniendo en cuenta este adelanto para deducirlo más tarde del importe total de las unidades en que queden incluidos estos materiales. El importe de abonos a cuenta del material no superará el 75% del importe indicado en el cuadro de precios Nº 2. Para realizar dicho abono será necesaria la constitución de un aval, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Contratación.

Podrán concederse abonos con las garantías previstas en el Reglamento General de Contratación, para acopios de equipos mecánicos, eléctricos y de control. Estas se podrán abonar hasta el 75% del importe que para el suministro de los mismos figure en el Cuadro de precios número 2, siempre y cuando constituyan unidades completas y hayan sido aprobadas por la Dirección de Obra los ensayos de materiales y funcionamiento en taller correspondiente.

En todo caso estos abonos requerirán la petición expresa del contratista, previo cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que acredite la propiedad de las instalaciones o equipos y materiales de que se trate.
- b) Que se comprometa por escrito a destinar exclusivamente a la obra la instalación o equipo de que se trate, y a no retirar los hasta que la Dirección lo considere oportuno.

- c) Que presente un programa de trabajo real, con indicación de las instalaciones y equipos, en cada
- d) Que no exista peligro de que los materiales recibidos sufran deterioro o desaparezcan.
- e) Que el contratista preste su conformidad al plan de devolución y aval de garantía.

#### **2.24.8 Retenciones en el Abono de las obras e Instalaciones sujetas a prueba**

Cuando las obras e instalaciones ejecutadas formen un conjunto parcial que debe ser objeto de prueba, no se abonará su total importe a los precios que resulten de la aplicación del Cuadro de Precios Nº1 hasta tanto se hayan ejecutado pruebas suficientes para comprobar que la parte de las instalaciones en cuestión cumplen las condiciones señaladas para las mismas en el presente Pliego.

Del importe de dichas instalaciones se podrá retener un 5% hasta la ejecución satisfactoria de las pruebas, de cuyo resultado se levantará Acta, pudiendo acreditarse el 5% retenido en la siguiente certificación o en la liquidación, según corresponda.

#### **2.24.9 Abono de obras y/o Equipos defectuosas**

Cuando fuera preciso valorar obras y/o equipos defectuosos, se aplicarán los precios del Cuadro de precios Nº 2 disminuidos en el tanto por ciento que, a juicio de la Dirección de Obra, corresponde a las partes de la unidad fraccionaria o al total de la unidad considerada cuando la parte o partes defectuosas afecten al funcionamiento de la unidad, de manera que el mismo no pueda cumplir con lo establecido en las cláusulas de las garantías.

#### **2.24.10 Abono de Instalaciones y Equipos de Maquinaria**

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y, en consecuencia, no serán abonados separadamente, a no ser que expresamente se indique lo contrario en el Contrato.

### **2.25 OTROS GASTOS A CUENTA DEL CONTRATISTA**

Tanto en el importe o Precio Total del Contrato como en los precios unitarios contenidos en el Proyecto Constructivo se entenderán en todo caso incluidos, sin que la relación que sigue sea limitativa sino meramente enunciativa, los siguientes gastos:

a) De carácter general:

- a1) Todos los gastos generales de empresa y el beneficio industrial del Contratista.
- a2) Gastos derivados de impuestos, arbitrios o tasas que resulten de aplicación a la ejecución de la obra.
- a3) Gastos derivados de la obtención de permisos o licencias de todo tipo, tanto de carácter público como privado, que pudieran resultar necesarios o convenientes para la ejecución de las obras, excepción hecha de los correspondientes a las expropiaciones necesarias.

a4) Gastos que se deriven de la policía, conservación y mantenimiento de las obras y, en general, de las obligaciones del Contratista durante el plazo de garantía.

b) Directamente relacionados con la ejecución de las obras:

b1) Gastos que se originen al Contratista como consecuencia del replanteo, programación, reconocimientos y ensayos, control de materiales, control de ejecución, pruebas, recepción y liquidación de la obra.

b2) Gastos que originen los trabajos de topografía, de reconocimiento, ensayos y pruebas precisos para el replanteo del Proyecto Constructivo, toma de muestras, localización y recepción de materiales, clasificación y determinación de las características geotécnicas de los terrenos, programación dentro del programa general aprobado, que tendrá que ser periódicamente puesto al día,

así como la obtención y elaboración de los puntos necesarios para el seguimiento de la obra en relación con la programación de la misma.

b3) Gastos ocasionados por la ejecución de las partidas de obra contenidas en el Proyecto Constructivo en general, por la correcta ejecución de lo proyectado, aún para el caso de aquellas partidas de obra que hubieran sido insuficientemente descritas o valoradas en dicho proyecto.

b4) Gastos derivados del cumplimiento de las prescripciones de cualquier tipo emitidas por las Administraciones Públicas durante la tramitación del Proyecto Constructivo o en cualquier fase de la ejecución del Contrato.

b5) Gastos derivados del diseño, suministro instalación y conservación de rótulos informativos de la obra, que se ejecutarán de acuerdo con las instrucciones que a tal efecto emita La Administración.

b6) Mayores costes que pudieran derivarse con motivo de la realización de trabajos nocturnos, en horas extraordinarias o en días festivos, por bajo rendimiento, por necesidades de terceros, o por imponerlo así dichos terceros o cualesquiera Administraciones Públicas afectadas, especialmente cuando la ejecución de las obras supusiera la paralización o perturbación de actividades de terceros o de servicios públicos.

b7) Mayores costes que pudieran derivarse de la realización de trabajos nocturnos, en horas extraordinarias o en días festivos, necesarios para cumplir el Programa de Trabajos y Plazo acordado, excepto en el supuesto en que la adopción de las citadas medidas se produzca a petición de La Administración y estén motivadas por retrasos no imputables al Contratista, o para adelantar la finalización de la obra sobre el plazo inicialmente previsto, con la previa autorización de La Administración.

b8) Gastos de explotación y utilización de bienes, préstamos, canteras y vertederos, incluidos los que pudieran derivarse de la obtención de permisos, licencias o tramitación administrativa de cualquier tipo.

b.9) Gastos ocasionados por la evacuación de todo tipo de restos y residuos de la obra y por la limpieza general de la misma y las zonas limítrofes afectadas.

b10) Gastos derivados de la ingeniería de detalle que requiera la ejecución de la obra, incluidos estudios, cálculos, proyectos específicos y planos de detalle.

c) Relacionados con el aseguramiento de la calidad, el aseguramiento ambiental y la seguridad y salud laboral:

c1) Gastos derivados de la adecuada implantación, seguimiento, control y ejecución de las medidas de aseguramiento de la calidad.

c2) Gastos derivados de los estudios, inspecciones, controles, ensayos, análisis o pruebas de calidad de materiales, equipos, instalaciones o unidades de obra que vinieran determinados en las Prescripciones Técnicas.

c3) Gastos de retirada de todos aquellos materiales, maquinaria, equipos o medios auxiliares rechazados por la Dirección Facultativa de las Obras.

c4) Gastos derivados de la ejecución de las pruebas de funcionamiento prescritas en este Contrato, incluso gastos de personal, maquinaria y medios auxiliares, contratación de la potencia eléctrica necesaria, consumo eléctrico, gastos derivados de la tramitación de cualquier tipo de autorización administrativa, tasas administrativas, seguros, y cualquier otro medio o material que se requiera para la correcta ejecución de las pruebas.

c5) Gastos derivados de la adecuada implantación, seguimiento, control y ejecución de las medidas de prevención, corrección y compensación de impactos ambientales o sobre el patrimonio cultural previstas, prescritas por los órganos de las Administraciones Públicas competentes en materia

de calidad ambiental, biodiversidad, espacios naturales protegidos, recursos naturales, montes o patrimonio cultural u ordenadas por la Dirección Facultativa de las Obras.

c6) Gastos derivados de la adecuada implantación, seguimiento, control y ejecución de las medidas de prevención de riesgos laborales.

d) Relacionados con la policía y conservación de las obras durante su ejecución:

d1) Gastos derivados de la vigilancia, policía, protección y conservación del área de obra, incluido el suministro, instalación y mantenimiento de señales y elementos de seguridad dentro de la obra, en las zonas de terceros y en las zonas de inicio y final de obra; la guarda de la obra y la vigilancia de afecciones a terceros, con especial atención al tránsito.

d2) Gastos derivados de la vigilancia, protección y conservación de la propia obra y de cualquiera de los elementos que los integran, contra todo tipo de deterioro.

d3) Gastos derivados de la protección de las obras para hacer frente a fenómenos naturales de carácter normal, tales como inundaciones, corrimientos de tierras, etc., así como de la reparación de sus efectos.

d4) Gastos derivados del mantenimiento o la reparación de averías en cualquiera de los elementos integrantes de las infraestructuras, hasta el momento de su recepción.

e) Relacionados con las instalaciones y medios auxiliares que requiera la obra:

e1) Gastos generados por la construcción, acondicionamiento y conservación del viario que permita el acceso a los tajos, para introducir materiales, maquinaria, equipos de cualquier tipo o mano de obra.

e2) Gastos correspondientes a la instalación, vigilancia, operación, mantenimiento y conservación de toda clase de plantas, construcciones, instalaciones, equipos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares de cualquier tipo, incluida la retirada de esos elementos a la finalización de las obras.

e3) Gastos ocasionados por el acondicionamiento, vigilancia y conservación de almacenes y áreas de acopio de materiales y por la conservación adecuada de dichos materiales.

e4) Gastos ocasionados por el acondicionamiento, vigilancia y conservación de áreas de parque de maquinaria o de equipos de cualquier tipo y por la conservación de todo ello.

e5) Gastos correspondientes a la instalación, vigilancia, conservación, mantenimiento y retirada de oficinas a pie de obra, incluidas las del Contratista y las destinadas a la Dirección Facultativa de las Obras.

e6) Gastos e indemnizaciones que se produzcan por ocupaciones temporales de terrenos de terceros diferentes a las previstas, como definitivas o temporales, en el Proyecto Constructivo. Se incluyen explícitamente las motivadas por acopios de materiales, parques de maquinaria, necesidades de maniobra de maquinaria, oficinas de obra, almacenes de cualquier tipo, etc. Asimismo, los gastos de derivados de la retirada de cualquier tipo de elemento relacionado con la obra y de la restauración de los terrenos ocupados a plena satisfacción de la propiedad.

e7) Gastos de montaje, vigilancia, conservación, mantenimiento y retirada de instalaciones de suministro o vertido de agua, así como de energía eléctrica, necesarios para la ejecución de las obras y el desarrollo de las pruebas de funcionamiento prescritas, para sus servicios auxiliares o para las oficinas de obra. Igualmente, los gastos derivados de derechos, tasas o importe de tomas de corriente, contadores y otros elementos auxiliares que se requieran.

f) Relacionados con derechos de terceros:

f1) Gastos e indemnizaciones a que pudiera dar lugar la interrupción de servicios públicos, como consecuencia de las obras, o la interrupción o perturbación de la actividad de terceros.

f2) Gastos de reparación, mantenimiento y reposición de viales, servicios o propiedades o derechos de terceros que puedan haber sufrido daños o desperfectos derivados de la ejecución de las obras.

f3) Daños producidos a cualquier tercero como consecuencia de la forma de ejecución de las obras, tanto si están asegurados como si, por la causa que fuere, estuvieran excluidos o estuviesen fuera de la cobertura del seguro, salvo en los supuestos en los cuales de lo expresamente pactado en este Contrato se deduzca otra cosa.

f4) Gastos derivados del empleo de materiales, suministros, procedimientos y equipos sujetos a cesión, permisos y autorizaciones de los titulares de las patentes, modelos y marcas de fábrica correspondientes.

Además, son en todo caso a cargo del Contratista:

a) Gastos e impuestos que resulten de la formalización y publicación, en su caso, de este Contrato.

Su importe y justificación serán comunicados al Contratista por La Administración en el plazo de treinta (30) días naturales, deduciéndose de la primera liquidación, o de las siguientes si ésta no fuera de cuantía suficiente.

b) Gastos en que incurra La Administración, por cuenta del Contratista, para la correcta ejecución de los trabajos objeto del Contrato.

c) Cualquier otro gasto que resulte de aplicación de acuerdo con el clausulado de este Contrato o sus Anexos.

Otros aspectos

Serán de cuenta del Contratista los gastos de construcción, desmontaje y retirada de las construcciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los Reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos o carburantes, los de limpieza de los espacios interiores y exteriores y evacuación de desperdicios y basuras; los de construcción, conservación y retirada de pasos y caminos provisionales, alcantarillas, señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad y facilitar el tránsito dentro de las obras; los derivados de dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras; los de construcción, conservación, limpieza y retirada de las instalaciones sanitarias provisionales y de limpieza de los lugares ocupados por las mismas; los de retirada al fin de la obra de instalaciones, herramientas, materiales, etc., y el acondicionamiento y limpieza de las superficies ocupadas, para recuperar su estado original. Asimismo, será de cuenta del Contratista los gastos ocasionados por averías o desperfectos producidos con motivo de las obras.

Será de cuenta del Contratista el montar, conservar y retirar las instalaciones para el suministro de agua y de la energía eléctrica necesaria para las obras y la adquisición de dichas aguas y energía.

Serán de cuenta del Contratista los gastos ocasionados por la retirada de las obras de los materiales rechazados; los de jornales y materiales para las mediciones periódicas para la redacción de certificaciones y los ocasionados por la medición final; los de las pruebas, ensayos, reconocimiento y toma de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales o definitivas de las obras; la corrección de las deficiencias observadas en las pruebas, ensayos, etc., antes citadas, y los gastos derivados de los asientos o averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precaución y la reparación y conservación de las obras durante el plazo de garantía.

Serán de cuenta del Contratista la tramitación, adquisición, alquiler o fórmula de uso que proceda de las canteras para obtener materiales de construcción o productos de préstamo.

Especialmente, será de cuenta del Contratista la tramitación, negociación, adquisición, alquiler o fórmula de uso que proceda de los vertederos o escombreras destinados a verter los productos sobrantes de las excavaciones, incluso la indemnización a los propietarios, canon de vertedero, etc. Las canteras, préstamos y escombreras quedarán supeditados a la aprobación de la Dirección de Obra.

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con las obras, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte de aquellos o para apertura y desviación que requieran la ejecución de las Obras.

Todas estas obras estarán supeditadas a la aprobación de la Dirección de Obra, en lo que se refiere a ubicación y cotas e incluso al aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija.

Serán de cuenta del Contratista, los gastos que se originen, en la redacción de proyectos, autorizaciones de puesta en marcha, y demás requisitos necesarios para la puesta en servicio de aquellas partes de las obras que, como líneas eléctricas, centros de transformación y otras instalaciones necesiten la preceptiva autorización de cualquier Administración.

Serán de cuenta del contratista los ensayos tanto los realizados por el mismo como los de contraste de la asistencia técnica, control de calidad, mantenimiento, control y vigilancia de la obra hasta puesta en servicio de la conducción completa que se producirá una vez concluidos todos los tramos, siendo también de cuenta del contratista dicha puesta en Servicio. También será a cuenta del contratista un 1% del Presupuesto de Ejecución Material a disposición de la Dirección de Obra para realización de ensayo.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

### **2.25.1 Legalización de instalaciones y equipos**

Será de cuenta del Contratista todas las tramitaciones, OCA's y redacción de proyectos necesarios para la tramitación y legalización de las diferentes instalaciones y equipos que forman parte del presente proyecto.

Se deberá cumplir el Reglamento APQ RD 656/2017 y legislación sobre almacenamiento de productos químicos y manipulación de sustancias peligrosas a nivel nacional y europeo, así como el RSCIEI: Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 2267/2004), Directiva ATEX 1999/92/CE, áreas de trabajo, transposición a la norma española (RD 681/2003), Directivas ATEX 2014/34/UE, equipos de trabajo, transposición a la norma española (RD 144/2016), Reglamento CLP: clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CE nº1272/2008), Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995), normativa ADR para Transporte de Mercancías Peligrosas, y otras de aplicación.

El proyecto constructivo incluirá un proyecto ejecutivo APQ definido por técnico competente deberá analizar bien las características de los productos, sus posibles ubicaciones, las medidas de seguridad ya instaladas y definir cuál es la mejor solución, para reducir el riesgo y poder legalizar la instalación.

Además incluirá la generación de documentación, las gestiones y trámites y si fuese preciso las inspecciones por OCA.

Para atender la necesaria realización de gestiones y trámites reglamentarios ante Industria o la Administración, o bien ante las compañías de servicios, se han previsto las siguientes partidas presupuestarias:

- Legalización de las instalaciones de Baja Tensión, según la legislación vigente que le sea de aplicación, incluso proyecto técnico, suscrito por técnico titulado competente y visado por el Colegio

Oficial correspondiente, Certificado de Dirección de Obra Eléctrica, Certificado de Instalación Eléctrica en Baja Tensión (antiguo Dictamen o Boletín eléctrico), Certificado de Inspección por Organismo de Control, Declaraciones responsables según modelos DGIE, abono de tasas oficiales y cualquier otra documentación y gestión necesaria ante Organismos competentes para la Autorización y puesta en servicio de la instalación.

- Legalización del almacenamiento y dosificación de productos químicos, según la legislación vigente que le sea de aplicación, incluso proyecto técnico (que incluya los certificados de vida útil de los depósitos por fabricante), suscrito por técnico titulado competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, Certificado final de obra, Certificado de Inspección por Organismo de Control, abono de tasas oficiales y cualquier otra documentación y gestión necesaria ante Organismos competentes para el Registro y puesta en servicio de la instalación.

- Legalización de la instalación de equipos a presión según la legislación vigente que le sea de aplicación, incluso proyecto técnico, suscrito por técnico titulado competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, Certificado de instalación por empresa instaladora habilitada, certificado de pruebas en el lugar de emplazamiento, Certificado de un Organismo de Control Autorizado, abono de tasas oficiales (DGIE y EICI) y cualquier otra gestión necesaria ante Organismos competentes para el Registro y puesta en servicio de la instalación.

- Tramitación completa para la inscripción en el Registro Integrado Industrial, según la legislación vigente que le sea de aplicación, incluso proyecto técnico, suscrito por técnico titulado competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, Certificado de dirección y terminación de obra, Certificados de una Entidad de Inspección y Control Industrial y Certificados por Organismo de Control Autorizado, abono de tasas oficiales y cualquier otra documentación y gestión necesaria ante Organismos competentes para la inscripción en el Registro.

- Legalización de la instalación contra incendios, según la legislación vigente que le sea de aplicación, incluso proyecto técnico, suscrito por técnico titulado competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, Certificado de dirección y final de obra, Certificado de una Entidad de Inspección y Control Industrial, abono de tasas oficiales (DGIE y EICI) y cualquier otra documentación y gestión necesaria ante Organismos competentes para el Registro y puesta en servicio de la instalación

- Emisión de certificado de los equipos de trabajo de adecuación al RD 1215/1997 por Entidad de Inspección acreditada por ENAC.

- Consultoría Atex a fin de evaluar las modificaciones necesarias en el DPCE y adecuación de la instalación resultante tras la integración de la Hidrólisis Térmica.

### **2.25.2 Tramitaciones no contempladas en el PPTG**

Será de cuenta del Contratista todas aquellas tramitaciones y legalizaciones que sean necesarias para la puesta en marcha y funcionamiento de la nueva EDAR, así como los permisos y autorizaciones de las Administraciones competentes que intervengan en el proceso de legalización y autorización de la nueva instalación.

## **3 SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN**

El presente proyecto incluye el Estudio de Seguridad y Salud.

Se define como Seguridad y Salud en las obras de construcción a las medidas y precauciones que el Contratista está obligado a realizar y adoptar durante la ejecución de las obras para prevención de riesgos, accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en el presente Proyecto, el Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud ajustado a su forma y medios de trabajo.

Dicho Real Decreto establece las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, recogiendo las obligaciones del promotor, del proyectista, del Adjudicatario y del subcontratista. Además, introduce las figuras del coordinador en materia de seguridad y salud tanto en fase de proyecto como en fase de obra, y la obligatoriedad de incluir un Estudio de Seguridad y Salud y su aplicación mediante la elaboración de un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.

La valoración de ese Plan no excederá del Presupuesto resultante del Estudio de Seguridad y Salud anejo a este Proyecto, entendiéndose de otro modo que cualquier exceso está comprendido en el porcentaje de costes indirectos que forman parte de los precios del Proyecto.

El abono del Presupuesto correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud se realizará de acuerdo con el correspondiente Cuadro de Precios que figura en el mismo o en su caso en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo aprobado por la Administración y que se considera Documento del Contrato a dichos efectos.

Antes del inicio de los trabajos la Dirección de Obra, designará un coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

#### **4 PLAZO**

El plazo total de ejecución y puesta a punto de las obras será el que se marque en el que aparezca en el Pliego de Prescripciones Técnicas Administrativas.

El Programa de Trabajo llevará aneja la correspondiente documentación gráfica en la que se reflejen las distintas obras elementales en las que se ha dividido el total y cuanta documentación escrita y gráfica sea precisa para la perfecta definición y justificación del Plan.

Si el Contratista durante la ejecución de la obra se viese obligado a alterar la programación realizada, deberá ponerlo en conocimiento de la Dirección de la Obra, al menos, con siete (7) días de antelación a la fecha prevista como origen de dicha alteración. Por otra parte, la Dirección de la Obra se reserva el derecho de modificar la marcha prevista en los trabajos: poniéndolo en conocimiento del Contratista con diez (10) días de antelación, siempre que no respondan a causas de fuerza mayor.

#### **5 CONTENIDO DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

El Pliego de Prescripciones Técnicas se estructura en los siguientes documentos:

- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE OBRA CIVIL
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS. EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS. EQUIPOS ELÉCTRICOS
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS AMBIENTALES



## 6 CONCLUSIONES

Por todo lo expuesto en el presente documento, se considera suficientemente justificada y redactada toda la información necesaria del Proyecto. Es por todo lo anterior por lo que se remite a la consideración de la superioridad, para su aprobación si procede.

En Madrid, julio de 2020

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.  
Colegiado N° 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Dña. Alicia Esteban Pedregal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado n° 34.296

Examinado y conforme.  
El Director del proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme.  
El jefe de área de proyectos y expropiaciones



D. Daniel Gálvez Cruz

V°.B°.  
El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS  
PARTICULARES DE OBRA CIVIL**



## ÍNDICE

1	CONSIDERACIONES PREVIAS. NORMATIVA .....	1
2	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE OBRA CIVIL .....	1
2.1	MATERIALES BÁSICOS .....	1
2.1.1	Conglomerantes hidráulicos .....	1
2.1.2	Ligantes bituminosos .....	2
2.1.3	Aceros para hormigón armado .....	2
2.1.4	Otros materiales básicos .....	2
2.1.5	Medición y abono .....	2
2.2	YACIMIENTOS Y CANTERAS .....	2
2.3	DEMOLICIONES .....	3
2.3.1	Definición y condiciones generales .....	3
2.3.2	Ejecución de obras .....	3
2.3.3	Medición y abono .....	4
2.4	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	5
2.4.1	Limpieza y desbroce del terreno .....	5
2.4.2	Excavación y extendido de tierra vegetal .....	7
2.4.3	Excavaciones en zanjas, cimientos y pozos .....	8
2.4.4	Excavación en cualquier tipo de terreno .....	12
2.4.5	Transporte interior en obra .....	13
2.4.6	Transporte a vertedero .....	13
2.4.7	Rellenos de las zanjas de conducción .....	14
2.4.8	Rellenos en zonas localizadas y material filtrante .....	19
2.4.9	Terraplenes .....	22
2.5	ENTIBACIONES Y AGOTAMIENTO .....	23
2.5.1	Entibaciones .....	23
2.5.2	Agotamientos y rebajes del nivel freático .....	24
2.6	TABLESTACADOS .....	25
2.6.1	Definición .....	25
2.6.2	Control de calidad .....	26
2.6.3	Materiales .....	26
2.6.4	Ejecución de las obras .....	26
2.6.5	Medición y abono .....	28
2.7	ESCOLLERA .....	29
2.7.1	Definición .....	29
2.7.2	Materiales .....	29
2.7.3	Condiciones del proceso de ejecución .....	30
2.7.4	Control de calidad .....	30
2.7.5	Medición y abono .....	30
2.8	GEOTEXTILES .....	31

2.8.1	Materiales.....	31
2.8.2	Suministro, recepción, almacenamiento y control de calidad.....	31
2.8.3	Ejecución.....	32
2.8.4	Medición y Abono .....	32
2.9	GEOCOMPUESTOS DRENANTES.....	32
2.9.1	Definición.....	32
2.9.2	Materiales.....	32
2.9.3	Suministro, recepción, almacenamiento y control de calidad.....	33
2.9.4	Medición y Abono .....	33
2.10	DRENAJE .....	33
2.10.1	Cunetas de hormigón .....	33
2.10.2	Cunetas sobre terreno natural.....	34
2.10.3	Salvacunetas.....	35
2.11	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN .....	37
2.11.1	Hormigones.....	37
2.11.2	Encofrados, cimbras y moldes .....	45
2.11.3	Armaduras de acero .....	48
2.11.4	Bloques de hormigón.....	51
2.11.5	Viguetas de hormigón.....	53
2.11.6	Losas, vigas y elementos prefabricados.....	54
2.12	CIMENTACIONES PROFUNDAS.....	59
2.12.1	Pilote prefabricado .....	59
2.12.2	Medición y abono.....	64
2.13	ESTRUCTURAS DE ACERO.....	65
2.13.1	Acero en perfiles laminados.....	65
2.13.2	Estructuras metálicas.....	67
2.13.3	Elementos varios metálicos.....	74
2.13.4	Protección de superficies con pintura .....	74
2.13.5	Protección por galvanización .....	76
2.14	ELEMENTOS AUXILIARES DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.....	77
2.14.1	Cintas de PVC y juntas.....	77
2.14.2	Impermeabilización de paramentos y sellado de juntas.....	79
2.14.3	Drenaje de trasdós de muros .....	80
2.15	ELEMENTOS AUXILIARES DE POZOS Y ARQUETAS .....	80
2.15.1	Pates .....	81
2.15.2	Escaleras.....	82
2.15.3	Pasarelas y plataformas.....	82
2.15.4	Barandillas y cadenas de seguridad.....	82
2.15.5	Tramex .....	83
2.15.6	Estructuras de PRFV.....	83
2.15.7	Tapas de pozo de registro.....	83
2.15.8	Medición y abono.....	84

2.16	TUBERÍAS.....	85
2.16.1	Consideraciones generales .....	85
2.16.2	Tuberías de hormigón en masa o armado.....	89
2.16.3	Tuberías de pared estructurada.....	92
2.16.4	Tuberías de polietileno .....	93
2.16.5	Tubería de fundición dúctil .....	96
2.16.6	Tuberías de acero inoxidable.....	108
2.16.7	Piezas especiales de acero para tuberías.....	109
2.16.8	Piezas y accesorios .....	112
2.16.9	Pruebas de tuberías de saneamiento .....	113
2.16.10	Pruebas de la tubería instalada en redes de abastecimiento .....	117
2.17	HINCA DE TUBERÍAS.....	120
2.17.1	Tuberías colocadas con empujador .....	120
2.17.2	Tuberías dirigidas.....	122
2.18	CALDERERÍA .....	125
2.18.1	Definición.....	125
2.18.2	Materiales.....	125
2.18.3	Forma y dimensiones .....	125
2.18.4	Fabricación y control.....	125
2.18.5	Uniones .....	126
2.18.6	Medición y abono.....	126
2.19	PAVIMENTOS Y URBANIZACIÓN .....	126
2.19.1	Zahorra artificial.....	126
2.19.2	Riegos de imprimación.....	129
2.19.3	Riegos de adherencia.....	130
2.19.4	Mezcla Bituminosa tipo hormigón bituminoso .....	131
2.19.5	Mezcla Bituminosa para capas de rodadura .....	133
2.19.6	Señalización y balizamiento.....	135
2.19.7	Bordillos, adoquinados y aceras.....	138
2.19.8	Cerramientos .....	141
2.20	REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	142
2.20.1	Consideraciones generales .....	142
2.20.2	Medición y abono.....	142



## **1 CONSIDERACIONES PREVIAS. NORMATIVA**

En todo aquello que no esté expresamente indicado en las presentes Prescripciones, ni se oponga a ellas, serán de aplicación lo referido a la Normativa vigente en su última redacción, y en general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

La normativa UNE sobre tuberías y sus juntas prevalecerá sobre las restantes normativas excepto en lo relativo a las características de los materiales (agua, áridos, cementos, hormigones, etc.) para los que el presente Pliego aplica la normativa vigente en España. En este caso las normas ASTM se aplicarán subsidiariamente.

Igualmente, en el dimensionado de las tuberías para la determinación de las acciones debidas a cargas móviles (carreteras, ferrocarriles, etc.) se aplicarán las instrucciones vigentes en España.

Para la aplicación y cumplimiento de estas normas, así como para la interpretación de errores u omisiones contenidos en las mismas, se seguirá tanto por parte del Contratista, como por parte de la Dirección de las obras, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones que hayan servido para su aplicación. En caso de discrepancia entre las normas anteriores, y salvo manifestación expresa en contrario en el presente Pliego se entenderán que es válida la prescripción más restrictiva.

Cuando en alguna disposición se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

Asimismo, serán de aplicación las modificaciones, ampliaciones, etc. de las Normas, que entren en vigor.

En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si alguna de las normas anteriormente relacionadas regula de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.

Las contradicciones que puedan existir entre los distintos condicionados, serán resueltas por la Dirección de Obra, que así mismo determinará, la normativa más restrictiva en caso de contradicción.

## **2 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE OBRA CIVIL**

### **2.1 MATERIALES BÁSICOS**

#### **2.1.1 Conglomerantes hidráulicos**

Los conglomerantes hidráulicos deberán cumplir las condiciones exigidas en la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16 y, asimismo, las recomendaciones y prescripciones contenidas en la vigente instrucción de hormigón Estructural (EHE-08).

El cemento a utilizar será del tipo CEM II 32.5, o cualquier otro, que se indique en los planos del proyecto, o que sea aceptado por la Dirección de Obra.

El cemento empleado, deberá ajustarse a lo indicado en la vigente "Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16", así como las condiciones específicas que se señalan en las presentes Prescripciones.



### **2.1.2 Ligantes bituminosos**

El ligante bituminoso a emplear en los riegos de imprimación, riegos de adherencia, tratamientos superficiales y mezclas asfálticas en caliente, será el definido en los artículos correspondientes del presente Pliego, y sus características y condiciones de utilización se ajustarán a las definidas en las normas específicas citadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera y Puentes, PG-3 (y sus modificaciones posteriores), así como en el Manual de control de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas, publicado por la Dirección General de Carreteras.

### **2.1.3 Aceros para hormigón armado**

Las barras y cables de acero a emplear en las estructuras de hormigón armado serán de los tipos definidos en los planos del presente proyecto, y sus características y condiciones de utilización se ajustarán a las especificaciones que fijan la Instrucción EHE-08.

### **2.1.4 Otros materiales básicos**

Los materiales cerámicos, las pinturas, y otros materiales básicos que deban incorporarse a las Unidades de Obra definidas en el Pliego y Planos del presente Proyecto, se ajustarán a las especificaciones que fijan las normas específicas, dentro de la Normativa Técnica General relacionada en el Capítulo I Prescripciones y disposiciones generales.

### **2.1.5 Medición y abono**

La medición y abono de los materiales básicos están considerados, en cada caso, dentro de los Precios correspondientes a la Unidad de Obra de la que forman parte integrante.

## **2.2 YACIMIENTOS Y CANTERAS**

Los materiales necesarios para la ejecución de los rellenos, hormigones, etc. del presente proyecto, podrán tener cualquiera de las procedencias especificadas en el Anejo de Estudio Geológico y Geotécnico o, en su defecto, propuestas por el Contratista y aprobadas por la Dirección de la Obra.

En cualquier caso, previamente al empleo en obra de los materiales de cualquier procedencia, el Contratista presentará un informe que tendrá como mínimo el siguiente alcance:

Permisos y autorizaciones necesarias para la explotación, en caso de tratarse de un préstamo, yacimiento o cantera de nueva apertura.

Plan de explotación, indicando los medios de excavación, accesos y transporte a obra, el tratamiento adicional, en su caso, de los materiales extraídos, y el plan de ensayos a realizar, previos a la explotación y en el curso de la misma.

Medidas para prevenir la contaminación del material útil y el depósito o eliminación del material desechable, así como medidas para garantizar la seguridad durante la explotación.

Medidas de protección y corrección, tanto en lo relativo a la agresión al medio-ambiente (ruido, polvo, etc.), como tras la explotación (rellenos, plantaciones, etc.), siguiendo indicaciones contenidas en el presente Pliego y en general las establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Las condiciones que deben cumplir los materiales procedentes de préstamos, yacimientos y canteras, son las que se definen en el artículo correspondiente a la unidad de obra de la que forman parte o, en su defecto, las definidas en los Pliegos y Normativa general relacionada en el Capítulo I "Prescripciones y Disposiciones Generales".

Los costes de explotación y obtención de los materiales a partir de los préstamos, yacimientos o canteras autorizados, (canon de extracción, transportes, etc.), ya sean o no los previstos o recomendados en el Proyecto, se entienden incluidos en el Precio de la unidad de obra correspondiente.

En lo que respecta al transporte a obra, el precio de las unidades de obra incluye el transporte del material de cualquier procedencia y cualquiera que sea la distancia a su punto de empleo en obra.

## **2.3 DEMOLICIONES**

### **2.3.1 Definición y condiciones generales**

Las demoliciones consisten en el derribo, desmontaje o desplazamiento de todos aquellos elementos que obstaculicen las obras o que sea necesario hacer desaparecer para dar por terminada la ejecución de las obras. Comprende la demolición de estructuras.

Se han considerado los siguientes elementos:

- Estructuras de hormigón armado.
- Estructuras de hormigón en masa.
- Cerramientos.
- Pavimentos de mezclas bituminosas ú hormigón
- Conducciones de diversas características, incluido fibrocemento
- Arquetas y pozos
- Conductos y cableados de instalaciones eléctricas, iluminación, telefonía y/o comunicaciones subterráneas, incluido arquetas, cuadros y elementos asociados

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Demolición del elemento con los medios adecuados.
- Corte de armaduras y elementos metálicos.
- Troceado y apilado de los escombros.
- Carga y transporte de los materiales de derribo a vertedero.
- Canon de vertido y gestión de residuos

La realización de esta Unidad de obra se efectuará según lo indicado en la CTE.

Los materiales quedarán suficientemente troceados y apilados para facilitar la carga, en función de los medios de que se disponga y de las condiciones de transporte.

Los materiales quedarán apilados y almacenados en función del uso a que se destinen (transporte a vertedero, reutilización, eliminación en la obra, etc.). Una vez acabados los trabajos, la base quedará limpia de restos de material.

### **2.3.2 Ejecución de obras**

Se seguirá el orden de trabajos previstos en la Documentación del Proyecto.

El contratista elaborará un programa de trabajo que deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de la Obra Antes de iniciar las obras, donde se especificará, como mínimo:

- Método de demolición y fases.
- Estabilidad de las construcciones en cada fase y apeos necesarios.
- Estabilidad y protección de las construcciones y elementos del entorno y los que deban conservarse.
- Mantenimiento y sustitución provisional de servicios afectados.
- Medios de evacuación y especificación de las zonas de vertido de los productos de la demolición.
- Cronograma de los trabajos.

– Pautas de control y medidas de seguridad y salud.

El Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad suficientes y del cumplimiento de las disposiciones vigente al efecto en el momento de la demolición, así como de las que eviten molestias y perjuicios a bienes y personas colindantes y del entorno, sin perjuicio de su obligación de cumplir las Instrucciones que eventualmente dicte la Dirección de la Obra.

La parte a derribar no tendrá instalaciones en servicio (agua, gas, electricidad, etc.).

Se protegerán los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras. La zona afectada por las obras quedará convenientemente señalizada.

La ejecución de los trabajos no producirá daños, molestias o perjuicios a las construcciones, bienes o personas próximas y del entorno.

Se evitará la formación de polvo, por lo que se habrán de regar las partes que se hayan de demoler y cargar.

En caso de imprevistos (terrenos inundados, olores de gas, etc.) o cuando el derribo pueda afectar las construcciones vecinas, se suspenderán las obras y se avisará a la Dirección de la Obra.

La operación de carga de escombros se hará con las precauciones necesarias, para conseguir las condiciones de seguridad suficientes.

Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de retirada y carga de escombros.

Se cumplirá la normativa vigente en materia medioambiental, de Seguridad y Salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Se demolerá en general, en orden inverso al que se siguió para su construcción. Se demolerá de arriba hacia abajo, por tongadas horizontales, de manera que la demolición se haga prácticamente al mismo nivel.

Los elementos no estructurales (revestimientos, divisiones, cerramientos, etc.), se demolerán antes que los elementos resistentes a los que estén unidos, sin afectar su estabilidad.

El elemento a derribar no estará sometido a la acción de elementos estructurales que le transmitan cargas.

Se señalarán los elementos que deban conservarse intactos según se indique en la Documentación del Proyecto o, en su defecto, por la Dirección de la Obra.

Durante los trabajos se permite que el operario trabaje sobre el elemento, si su anchura es  $> 35$  cm y su altura es  $\leq 2$  m y se adoptarán las correspondientes medidas de seguridad.

Al terminar la jornada no se dejarán tramos de obra con peligro de inestabilidad.

Si se prevén desplazamientos laterales del elemento, es necesario apuntalarlo y protegerlo para evitar su derrumbamiento.

No se dejarán elementos en voladizo sin apuntalar.

### **2.3.3 Medición y abono**

Las demoliciones que, constituyan una unidad en sí, se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº1, y que se refiere siempre a unidad completamente terminada.

El precio incluirá todos los medios auxiliares, maquinaria, mano de obra y operaciones que sean necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra y la retirada de escombros a vertedero a cualquier distancia. Se incluye en el precio las operaciones de precorte, machaqueo, carga, transporte y canon de vertido.

Se medirán y abonarán por los volúmenes (m<sup>3</sup>) realmente demolidos y retirados de su emplazamiento, medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de comenzar la demolición y los datos finales tomados inmediatamente después de finalizar la misma en el caso de: estructuras de hormigón armado y estructuras de hormigón en masa y pavimentos de mezclas bituminosas.

Para el caso de edificaciones, se incluye retirada y limpieza de elementos e instalaciones (instalaciones eléctricas, desmontaje de cuadros, desmontaje de perfiles, carpintería, ventanas,...), retirada y demolición de hormigón armado (incluido zapatas), hormigón en masa, tabiquería de ladrillo o bloques, forjados y viguetas, incluso retirada de escombros a pie de carga, precorte y corte de armaduras con disco, maquinaria auxiliar de obra. Unidad terminada medida como volumen aparente desde cubierta hasta losa forjada.

Se medirán y abonarán por las superficies (m<sup>2</sup>) realmente demolidos y retirados de su emplazamiento, medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de comenzar la demolición y los datos finales tomados inmediatamente después de finalizar la misma en el caso de que el Cuadro de precios nº1 así lo especifique, como en el caso de cerramientos, muros de ladrillo o fábrica, pavimentos acerados, de hormigón, etc.

Se medirán y abonarán por metros realmente demolidos y retirados de su emplazamiento, medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente Antes de comenzar la demolición y los datos finales tomados inmediatamente después de finalizar la mismo en el caso de: conducciones y tuberías de todo tipo incluidas fibrocemento, conductos de instalaciones eléctricas, iluminación, telefonía y/o comunicaciones subterráneas (que incluirán la parte proporcional de cableados, arquetas, cuadros y elementos asociados diversos).

En el caso de limpieza, desmontaje y retirada instalaciones eléctricas en la EDAR quedan incluidas las operaciones de demolición, por lo que no se abonarán.

Se medirán y abonarán por unidad las arquetas, sumideros y aquellos que así queden especificados en el cuadro de precios.

En todo caso siempre de acuerdo al Cuadro de Precios nº1.

## **2.4 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

### **2.4.1 Limpieza y desbroce del terreno**

#### **2.4.1.1 Definición**

Consiste esta unidad en el desbroce y limpieza del terreno, por medios mecánicos o manuales, incluso carga, transporte a acopio o caballones no mezclado con material procedente de excavación, o vertedero incluso canon de vertido. Se considera el uso posterior del material por lo que se ha de cumplir los requerimientos de acopio especificados en el PVA de la obra.

#### **2.4.1.2 Ejecución de las obras: Remoción de los materiales de desbroce**

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Dirección de Obra, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

Las superficies a ocupar por las obras descritas en este Pliego y las superficies de todos los préstamos, canteras y lugares de almacenamiento, donde, a juicio de la Dirección de Obra sea necesaria la deforestación, despeje y/o desbroce, deberán limpiarse de toda clase de árboles, troncos, raíces, ramajes, escombros y de todo material perjudicial. Todos los materiales procedentes de las operaciones de deforestación, despeje, desbroce y limpieza han de ser quemados completamente por cuenta del Contratista, excepto aquellos que sean útiles, que serán propiedad de la Administración, o los incombustibles. El Contratista tendrá especial cuidado para prevenir la extensión del fuego a zonas fuera

de los límites del despeje, desbroce y limpieza y debe de tener en todo momento el equipo adecuado para prevenir y apagar los fuegos que se produzcan.

Con anterioridad a las operaciones de desbroce, el Contratista localizará y marcará las estructuras, servicios subterráneos, alcantarillas, conductos de agua, cables eléctricos, telefónicos, etc., y adoptará todas las precauciones para evitar que tales instalaciones resulten dañadas en el curso de las operaciones de desbroce. Se adoptarán análogas precauciones para evitar que resulten dañados los tendidos aéreos tales como líneas telefónicas y eléctricas. En el caso en que, pese a adoptar las medidas prevenidas prescritas, se produjera algún desperfecto en cualquier instalación, la responsabilidad y, por tanto, su reposición será enteramente a cargo del Contratista.

De otro lado, la Administración, se reserva el derecho de subrogarse eventual y temporalmente a la responsabilidad del Contratista, en la forma, momento, lugar y circunstancias que, al exclusivo juicio de la Dirección de Obra considere la misma oportunos.

En cualquier caso, todos los gastos originados por esta subrogación, cualquiera que fuera su índole, serán de cuenta del Contratista.

La Administración facilitará al Contratista para la realización de los trabajos, los terrenos que se establecen en el Proyecto. El Contratista para realizar las obras, se limitará al empleo de dichos terrenos. Cualquier ocupación adicional de terrenos necesaria para la ejecución de la obra será enteramente a cargo del Contratista, quedando por tanto la Administración eximida de cualquier indemnización a terceros. Asimismo, el Contratista no podrá presentar por causa de mayor ocupación reclamación alguna.

En los puntos en que haya dificultades de paso o en que la capacidad de carga del terreno resultara insuficiente al paso de los medios de trabajo, el Contratista a su cuenta y cargo deberá proceder a la ejecución de una franja de paso estable que permita el tránsito, manteniéndola durante la ejecución total de los trabajos y procediendo a su recuperación si fuese necesario a juicio de la Dirección de Obra durante la restitución de los terrenos.

Correrán a cargo del Contratista todas las responsabilidades y gastos relativos a las obras necesarias para asegurar a los propietarios el normal desarrollo de sus actividades y cultivos en las parcelas atravesadas. Entre ellas figurarán los cruces provisionales para permitir el paso de personas, ganado y vehículos desde la ejecución de la pista hasta la restitución de los terrenos.

Todas las cepas y raíces mayores de diez centímetros (10 cm.) de diámetro serán eliminadas hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm.) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15 cm.) bajo la superficie natural del terreno.

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

#### **2.4.1.3 Ejecución de las obras: Retirada de los materiales objeto de desbroce**

Los materiales han de quedar suficientemente troceados y apilados, con la finalidad de facilitar su carga, en función de los medios de que se disponga y las condiciones de transporte.

Todos los subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán retirados a los vertederos que señale la Dirección de Obra.

Los restantes materiales serán eliminados o utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale la Dirección de Obra.

La tierra vegetal que no se acopie para su uso posterior se llevará a vertedero, como si de un suelo inadecuado se tratase. Como criterio general se intentará incrementar los espesores de tongada de tierra vegetal evitando los sobrecostes de transporte a vertedero causados a la Contrata. Esta operación deberá ser aprobada por la Dirección de obra, sin abono específico del sobre espesor de tongada.

#### **2.4.1.4 Medición y abono**

El desbroce del terreno se abonará por los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente desbrozada medida sobre el terreno.

Se distinguen 2 tipos de desbroce del terreno:

- 1) Desbroce y limpieza del terreno por medios manuales y mecánicos y roza de zonas definidas como alta densidad (herbáceo y/o arbustivo medio o denso con alta densidad arbórea de porte medio o grande), incluyendo preparación de accesos, corte, retirada de arbustos, tala de árboles, arrancado de tocones y raíces, triturado de los restos mediante uso de motodesbrozadora provista de cuchilla picadora, carga y transporte de residuos a vertedero autorizado, canon de vertido, herramientas y medios auxiliares. Unidad totalmente terminada, incluso aprovechamiento de podas y residuos.
- 2) Desbroce y limpieza del terreno por medios manuales y mecánicos y roza de zonas definidas como baja densidad (herbáceo y/o arbustivo medio o denso, con baja densidad arbórea), incluyendo preparación de accesos, corte, retirada de arbustos, , tala de árboles, arrancado de tocones y raíces, triturado de los restos mediante uso de motodesbrozadora provista de cuchilla picadora, carga y transporte de residuos a vertedero autorizado, herramientas y medios auxiliares. Unidad totalmente terminada, incluso aprovechamiento de podas y residuos.

El precio asignado a esta Unidad será el del Cuadro de Precios N° 1 y en él se incluye la mano de obra, maquinaria, medios auxiliares necesarios para extraer, cargar, transportar y descargar (si ello fuera necesario) a lugares adecuados, la madera, escombros o cualquier otro material indeseable a juicio de la Dirección de Obra. También se incluye la destrucción de la materia orgánica y canon de vertido.

#### **2.4.2 Excavación y extendido de tierra vegetal**

##### **2.4.2.1 Definición**

Consiste en la operación de excavación y el extendido de tierra vegetal procedente de excavación/ acopio, de es pesor medio de 35 cm, incluyendo la carga desde el acopio, el transporte al punto de descarga, la descarga, el extendido y el refinado.

Antes del comienzo de los trabajos el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, un plan de trabajo en el que figuren las zonas de relleno y el origen o acopio. Una vez aprobado dicho plan y calidad de los suelos se empezarán los trabajos.

La tierra vegetal que haya de ser acopiada para ulterior empleo se mantendrá separada de piedras, escombros, basuras o restos de troncos o ramas.

##### **2.4.2.2 Medición y abono**

Se abonarán por los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados. El precio asignado a esta unidad será el del Cuadro de Precios número 1, y en él se incluye la mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para cargar transportar, descargar y extender en los lugares adecuados, los escombros o cualquier otro material desechable a juicio de la Dirección de Obra.

La tierra vegetal que no se acopie para su uso posterior se llevará a vertedero, como si de un suelo inadecuado se tratase. No obstante, como criterio general se intentará incrementar los espesores de tongada de tierra vegetal evitando los sobrecostes trasporte a vertedero causado a la Contrata. Esta operación deberá ser aprobada por la Dirección de obra, sin abono específico de dichos sobre espesores.

La excavación de tierra vegetal en la franja de excavación de la zanja considera el acopio en caballones para su posterior puesta en obra. No obstante, el precio incluye el sobrante transporte a vertedero, incluso cánones de vertido.

En el caso que la Dirección de Obra requiriera una mayor profundidad o espesor de excavación de tierra vegetal, esta será considerada como excavación de material inadecuado, y por lo

tanto se aplicará el precio de excavaciones a cielo abierto cubicado sobre el volumen excedente resultante, abonándose por m<sup>3</sup>.

En caso de que la Dirección de la Obra aprobase (bajo petición de la Contrata) el extendido de sobrantes de tierra vegetal con volumen superior al requerido para obtener el espesor medio especificado, éste correrá a cargo de la Contrata, nunca abonándose como un sobre espesor.

Del estudio y análisis de proyecto, se deduce que habrá un excedente de tierra vegetal, no obstante, si alguno de los tramos existiera déficit, el precio incluirá el transporte de tierra vegetal a cualquier distancia para su puesta en obra o transporte a vertedero.

### **2.4.3 Excavaciones en zanjas, cimientos y pozos**

#### **2.4.3.1 Definición**

Se consideran en esta Unidad, los trabajos necesarios para realizar las zanjas, cimentaciones de obras y los pozos definidos en el Proyecto, dentro de las cuales destacan las zanjas principales, tanto las correspondientes a la conducción principal, como las demás incluidas en el presente Proyecto.

Se considera la excavación en cualquier tipo de terreno (incluso transición y suelo repable) a cualquier profundidad, incluyendo las operaciones de ripado, excavación con martillo hidráulico y operaciones de voladura en caso necesario con acopio en caballones en margen de zanja para posterior relleno y extendido, preparación de fondo de caja e incluyendo el agotamiento de la zanja y la carga, transporte y descarga a vertedero incluyendo el canon de vertido.

En el Anejo de Estudios geológico-geotécnicos se describen los distintos tipos de terreno atravesados por las obras del proyecto, y el tipo de excavación que corresponde.

Todas las operaciones se realizarán de acuerdo con lo indicado en las presentes Prescripciones, con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los Planos y teniendo en cuenta todas las observaciones indicadas por la Dirección de Obra.

#### **2.4.3.2 Ejecución de las obras**

Se considera de aplicación lo preceptuado en el apartado anterior, con los complementos siguientes:

- El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra los planos de detalle que muestran el método de construcción propuesto por él.
- Las excavaciones se ejecutarán ajustándose a las dimensiones y perfilado que consten en el Proyecto o que indique la Dirección de Obra. Cuando sea preciso establecer agotamientos, éstos serán por cuenta del Contratista.
- El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de poder efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.
- Una vez efectuado el replanteo de las zanjas, la Dirección de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación.
- La excavación se efectuará hasta llegar a la cota indicada en los planos, obteniendo una superficie uniforme. No obstante, la Dirección de Obra podrá modificar tal profundidad si a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar un apoyo o cimentación satisfactorio.
- Los productos de las excavaciones se depositarán a un solo lado de las zanjas, dejando libres los caminos riberas, acequias, etc que puedan existir en las cercanías y de tal forma que no se afecte a la estabilidad de los taludes de las paredes laterales de la zanja. Este material excavado susceptible de posterior utilización no será retirado de la zona de obras, sin permiso de la Dirección de Obra. Si se careciese de espacio para su acopio en la zona de trabajo, se apilará en acopios situados en otras zonas de acuerdo con la

- Dirección de Obra. El transporte de los materiales sobrantes a vertedero no será de abono, ya que su precio se considera incluido en los existentes para la excavación.
- No se permitirá tener la zanja abierta a su rasante final más de ocho días antes de la colocación de la tubería. Si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberán dejar sin excavar unos veinte (20) centímetros sobre la rasante de la solera para realizar su acabado en plazo inferior al citado.
- No se procederá al relleno de zanjas o excavaciones, sin previo reconocimiento de las mismas y autorización de la Dirección de Obra.
- La tierra vegetal procedente de la capa superior de las excavaciones no podrá utilizarse para el relleno inicial de las zanjas, debiendo transportarse a acopio o lugar de empleo. La Dirección de Obra fijará el límite de excavación a partir del cual la tierra excavada podrá conservarse en las proximidades de las zanjas para ser utilizadas en el relleno de las mismas.
- En las zanjas si tuvieran pendiente favorable se aprovechará la inclinación de la misma para conducir las infiltraciones hasta los pocillos de recogida y bombeo. En caso contrario se efectuarán las cunetas de contrapendiente.
- En todo caso los pocillos de bombeo se dispondrán a una profundidad tal que asegure que el fondo de la zanja quede libre de agua a fin de ejecutar las operaciones de rasanteo, colocación de tuberías, etc en las condiciones adecuadas.
- En el caso, en que la tubería se encuentre por debajo del nivel freático, se construirán pantallas con tierras, dispuestas transversalmente a todo el ancho de la zanja, separadas entre sí una distancia máxima de 50 m, y una altura comprendida entre el fondo de la zanja y medio metro por encima de la cota del nivel freático. Estas operaciones no serán de abono independiente.
- La geometría de la zanja y la pendiente de los taludes se ajustarán a lo definido en los planos del presente Proyecto.

La ejecución de las zanjas se ajustará a las siguientes normas:

- Se marcará sobre el terreno su situación y límites que no deberán exceder de los que han servido de base a la realización del proyecto.
- Las tierras procedentes de las excavaciones se depositarán a una distancia mínima de un metro medio (1.5 m) del borde de las zanjas y a un solo lado de éstas y sin formar cordón continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general.
- Se tomarán precauciones precisas para evitar que las aguas inunden las zanjas abiertas.
- Las excavaciones **se entibarán** cuando la Dirección de Obra lo estime necesario, así como cuando por razones geotécnicas, seguridad o presencia de edificios o infraestructuras lo requiera. Todo ello a juicio de la Dirección de Obra.
- Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios. Cuando hayan de ejecutarse obras por tales conceptos, lo ordenará la Dirección de Obra.
- Los agotamientos que sean necesarios se harán reuniendo las aguas en pocillos contruidos fuera de la línea de la zanja y los gastos que se originen serán por cuenta del Contratista, cualquiera que sea el caudal a agotar. Se utilizará sistemas especiales de agotamiento cuando la presencia de agua freática es continuada. La definición de dichos sistemas se encuentra incluida en los correspondientes Anejos al proyecto.
- La preparación del fondo de las zanjas requerirá las operaciones siguientes: rectificado del perfil longitudinal, recorte de las partes salientes que se acusen tanto en planta como en alzado, relleno con arena de las depresiones y apisonado general para preparar el asiento de la obra posterior debiéndose alcanzar una densidad del noventa y cinco por



- ciento (95 %) del Proctor Normal.
- Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas establecerá el Contratista señales de peligro, especialmente por la noche.
  - Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa de la Dirección de Obra.
  - En todas las entibaciones que la Dirección de Obra estime convenientes, el Contratista realizará los cálculos necesarios, basándose en las cargas máximas que puedan darse bajo las condiciones más desfavorables.
  - En el caso en que sea necesario el empleo de explosivos, el Contratista facilitará a la Dirección de Obra, un proyecto detallado de las voladuras a ejecutar.

#### Desprendimiento y entibaciones

El Contratista está obligado a la retirada y transporte a vertedero de los desprendimientos que se produzcan, siendo de abono únicamente los que se produzcan fuera de los perfiles teóricos de excavación, siempre que lo fuesen por causa de fuerza mayor, y en las excavaciones se hubieren empleado medios y técnicas adecuadas y se hubiesen seguido las indicaciones de la Dirección de Obra para evitarlos o reducirlas.

Los desprendimientos producidos dentro de los perfiles teóricos de la excavación se consideran incluidos dentro del precio de ésta.

El Contratista está obligado al empleo de apeos y entibaciones en aquellas zonas que se produzca inestabilidad en los taludes de excavación, estando incluido éstos en el precio de la excavación.

Los sistemas de entibación a emplear en obra, deberán cumplir entre otras las siguientes condiciones:

- a) Deberán soportar los empujes del terreno y permitir su puesta en obra, de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja hasta que las paredes de la misma estén suficientemente protegidas.
- b) Deberán eliminar el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.

Se dejarán perdidos los apuntalamientos que no se puedan retirar Antes del relleno de la zanja, o cuando su retirada pueda causar el colapso de la misma, Antes de la ejecución del relleno.

#### Excavación en cimentaciones y obras de fábrica

La excavación en cimentaciones se realizará según las líneas y taludes necesarios para poder construir todas las estructuras, obras de fábrica, instalaciones, tal como se indica en las hojas de planos correspondientes, considerando las cotas como aproximadas.

Se tomarán todas las precauciones necesarias para alterar lo menos posible la roca o el terreno en las proximidades del perfil de excavación, tanto en la solera como en los taludes.

Toda excavación realizada por conveniencia del Contratista o excavación realizada en exceso sobre los perfiles prescritos por cualquier razón, excepto si fuese ordenado por la Dirección de Obra, y sea o no debido a defecto de ejecución, será a expensas del Contratista.

Si durante el progreso de la obra se estima necesario o conveniente modificar los taludes, pendientes o dimensiones de dichas excavaciones respecto de los indicados en los planos u ordenados por la Dirección de Obra, estos cambios han de realizarse sin que el Contratista tenga, por ello, derecho a una compensación adicional sobre el precio unitario establecido en el Cuadro de Precios.

Los taludes de las excavaciones serán conservados hasta el momento de ejecución de las obras. La limpieza de taludes o zanjas derrumbadas, correrá por cuenta del Contratista.

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias y razonables para preservar el terreno de cimentación de las cimentaciones y en general todo el terreno vecino a las líneas de excavación, en la

condición más firme posible, a cuyo fin, caso de ser necesarios, se usarán explosivos de potencia adecuada y en cantidades moderadas con ayuda de fulminantes de retardo. Al acercarse la excavación a sus líneas finales, la cantidad de explosivo se disminuirá y, si fuese necesario, a juicio de la Dirección de Obra, se suspenderán las voladuras debiendo concluirse la excavación mediante picos o martillos neumáticos.

En las zonas próximas a servicios públicos o privados, se prohíbe, en general, el uso de explosivos. Podrán utilizarse con el permiso de la Dirección de Obra y después de haber obtenido los permisos de los propietarios de los servicios. En cualquier caso, los permisos o autorizaciones no eximen al Contratista de toda la responsabilidad por daños o accidentes que se ocasionen. Tampoco, las especiales precauciones a tomar, repercutirán sobre los precios establecidos en el Cuadro de Precios.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de poder efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Una vez efectuado el replanteo de las cimentaciones, la Dirección de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación.

Cuando aparezca agua en las zanjas que se estén excavando, se utilizarán los medios e instalaciones necesarias para su evacuación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados con este fin, entendiéndose que están cubiertos por el precio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y hasta obtener una superficie firme y limpia, a nivel o escalonada, según se ordene.

#### **2.4.3.3 Medición y abono**

Se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) conforme define el cuadro de precios nº1. Serán realmente excavados, deducidos estrictamente de los perfiles reales, Antes de iniciar la excavación, y de los perfiles teóricos correspondientes a los planos de construcción o indicados por la Dirección de Obra.

La excavación localizada en zanja incluye agotamientos, transporte, canon de vertido y operaciones de vertido y reperfilado necesarias.

No serán de abono las sobreexcavaciones que el Contratista ejecute en desacuerdo con lo expuesto, ni siquiera en el caso de que las realizara para construir rampas de acceso provisionales.

En caso de que el contratista opte por secciones de zanja con taludes más verticales que los especificados en proyecto, se abonarán los  $m^3$  realmente ejecutados, no teniendo derecho el Contratista a la cubicación respecto al teórico.

Asimismo, no será de abono cualquier incremento de excavación producido como consecuencia del procedimiento constructivo utilizado por el Contratista.

Solamente serán de abono las sobreexcavaciones motivadas por condiciones geológicas o geotécnicas como derrumbes, hundimientos producidos en circunstancias inevitables etc, y aprobadas por el Director de obra.

Los precios incluyen todos los medios y operaciones necesarias para efectuar la excavación, como los desvíos provisionales, elementos de seguridad, los agotamientos y la carga a medio de transporte.

Se incluyen también las posibles operaciones a efectuar para mantener separados o separar materiales que puedan ser aprovechables durante la construcción, para efectuar rellenos, así como el refino de taludes en las zonas excavadas.

En caso de que se utilice para relleno el material procedente de la excavación, no será de abono el esparcimiento de material sobrante de la excavación, ni su carga y transporte a vertedero.

El precio de la excavación para zanjas sólo será aplicable a las excavaciones indicadas, a partir de la explanación hecha previamente y el desbroce de la tierra vegetal.

El precio de carga y el transporte a vertedero está incluido en el precio de excavación.

En este precio está incluido el pago de cánones de vertido y transporte a cualquier distancia.

En cuanto al agotamiento de las excavaciones, está incluido en los correspondientes precios unitarios de la excavación, siendo por cuenta del Contratista la instalación y operación de cuantos elementos se requieran para este.

Se considerará incluido el factor de esponjamiento de los materiales en cualquier precio que incluya transporte, no abonándose volúmenes resultantes una vez realizada la excavación.

En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

Para el caso de operaciones manuales excavadas bajo servicios se ha desarrollado un precio específico que será añadido al de excavación en zanja. Este será de abono sólo bajo aprobación de la Dirección de obra.

#### **2.4.4 Excavación en cualquier tipo de terreno**

##### **2.4.4.1 Definición y Ejecución de las obras**

Las excavaciones están referidas a cualquier clase de terreno, en la profundidad comprendida entre la rasante del terreno natural y la subrasante obtenida, disminuyendo los perfiles o cotas del pavimento definitivo en el espesor del firme cuando proceda.

En el precio de esta unidad de obra, se consideran incluidas las demoliciones de aquellas obras de fábrica que tengan alguna dimensión inferior a treinta centímetros (30 cm.), siendo su volumen total inferior a un metro cúbico (1 m<sup>3</sup>.) y la de aquellas cuya consistencia no sea lo suficientemente alta a juicio de la Inspección de la obra.

Las excavaciones de todas clases se ejecutarán siempre de acuerdo con los datos que figuran en los planos del proyecto o con las modificaciones que la Dirección de Obra crea conveniente hacer, a la vista del terreno que se encuentre. De estas modificaciones dará cuenta por escrito la Dirección de Obra al Contratista.

No se podrá empezar ninguna excavación sin que previamente se haya marcado su replanteo, con la aprobación de la Dirección de Obra. El Contratista deberá avisar tanto al comienzo de cualquier tajo de excavación, como a su terminación, de acuerdo con los planos y órdenes recibidas, para que se tomen los datos de liquidación y sea revisada por la Dirección de Obra, dando su aprobación si procede para la prosecución de la obra.

Todo exceso de excavación que el contratista realice salvo autorización escrita de la Dirección de Obra, ya sea por error del personal o por cualquier defecto de la técnica de ejecución, deberá rellenarse con terraplén o con el tipo de fábrica que considere conveniente la Dirección de Obra, en la forma que éste prescriba, no siendo de abono el exceso de excavación ni el relleno prescrito, a excepción de los casos que específicamente pudiera recoger el presente Pliego.

Se podrá emplear, previa aprobación por la Dirección de Obra, cualquier tipo de equipo mecánico, tanto para la apertura de la excavación, como para el refino de taludes y transporte.

Los taludes están definidos en los Planos, pudiendo ser variados a juicio de la Dirección de las Obras, aunque siempre en el sentido de hacerlos más tendidos y no más escarpados.

Los taludes de desmonte se refinarán en toda su superficie. Estos refinados se ejecutarán siempre recortando y no recreciendo.

El orden de ejecución de las excavaciones se llevará a cabo respetando el paso o la continuidad del agua, a fin de que afecten a la excavación lo menos posible.

Las excavaciones se defenderán de la penetración de aguas superficiales y se mantendrán agotadas mediante los oportunos drenajes y achicamientos, realizados de acuerdo con las instrucciones de la Dirección de Obra, en cada caso. Dichos agotamientos, incluso los que tuvieran necesidad de

elevación, serán de cuenta del Contratista, ya que se considerará que su incidencia está contemplada en el precio de todo tipo de excavación.

Cuando la naturaleza, consistencia y humedad del terreno lo aconsejen y además siempre que lo ordene la Dirección de Obra, se apuntalarán y entibarán las excavaciones con medios que ofrezcan la mayor seguridad.

Las entibaciones se realizarán con estructuras metálicas o de madera, siendo su seguridad de exclusiva responsabilidad del Contratista, lo cual no le exime de acatar las órdenes que reciba de la Dirección de Obra en cuanto a mejoras de la entibación realizada.

Si los productos de la excavación son útiles para su empleo en terraplenes o rellenos, el Contratista los utilizará directamente en la forma que indique la Dirección de Obra o los acopiará en caballones previos hasta el momento de su empleo.

Todos los materiales no utilizados procedentes de la excavación, deberán verterse en las escombreras que sean aprobadas por la Dirección de Obra de acuerdo con lo indicado anteriormente.

El vertido de productos de excavación no podrá afectar en modo alguno a los cursos naturales de agua, ni a la estética del conjunto de la obra terminada. Deberá dejarse el margen adecuado entre los cursos de agua y el pie de las escombreras.

#### **2.4.4.2 Medición y abono**

Se medirán los metros cúbicos real y necesariamente ejecutados por diferencia de perfiles transversales Antes y después de la excavación, abonándose al precio que para tal unidad figura en el Cuadro de Precios Nº1 que incluye todas las operaciones descritas.

El precio incluye el transporte de la excavación a préstamo o vertedero, incluido el canon de vertido.

#### **2.4.5 Transporte interior en obra**

##### **2.4.5.1 Ejecución**

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo o en su defecto se estará a lo que, al respecto, disponga la Dirección de Obra.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización de la Dirección de Obra.

##### **2.4.5.2 Medición y abono**

El transporte interior en obra de los productos resultantes de la excavación se encuentran incluidos dentro de los precios de excavación no abonándose por separado.

En dicho precio se considera incluida la carga, la descarga y el extendido mecánico en su caso.

En ningún caso se considerará factor de esponjamiento salvo en aquellos que existan dificultades de medición, en cuyo caso la Dirección de Obra determinará la conveniencia o no de aplicación y el valor del mismo.

#### **2.4.6 Transporte a vertedero**

##### **2.4.6.1 Ejecución**

Los productos resultantes de los movimientos de tierra que no sea posible reutilizar en la ejecución de las obras se transportarán a vertedero autorizado, localizado lo más próximo posible a la zona de actuación.

#### **2.4.6.2 Medición y abono**

Los productos resultantes de los movimientos de tierra que no sea posible reutilizar en la ejecución de las obras se transportarán a vertedero autorizado, localizado lo más próximo posible a la zona de actuación.

El transporte a vertedero de estos productos se encuentra valorado e incluido dentro del precio de excavación y/o demolición según se describe en el Cuadro de Precios nº1..

En dicho precio se considera incluido el transporte, la carga, la descarga, y el canon de vertido.

En ningún caso se considerará factor de esponjamiento salvo en aquellos que existan dificultades de medición, en cuyo caso la Dirección de Obra determinará la conveniencia o no de aplicación y el valor del mismo.

#### **2.4.7 Rellenos de las zanjas de conducción**

##### **2.4.7.1 Definición**

Este apartado se refiere a los trabajos necesarios para la extensión y compactación de los materiales procedentes de las excavaciones, o de préstamos, en el relleno de las zanjas realizadas para la instalación de las tuberías incluidas en el Proyecto.

Se refiere este apartado a los trabajos necesarios para la extensión y compactación de los materiales procedentes de las excavaciones, o de préstamos, en el relleno de las zanjas realizadas para la instalación de las tuberías, sea cualquiera el equipo que se utiliza para la compactación y refinado de la superficie.

Dentro del presente relleno, se distinguen los tres tipos siguientes:

- Cama de apoyo
- Recubrimiento seleccionado de protección
- Recubrimiento de cubrición

Se define como cama de apoyo al material extendido en la zona de zanja comprendida entre el fondo de la excavación y el plano paralelo al mismo que corta a la tubería según un ángulo de apoyo. El fondo de la zanja se encuentra a veinte (20) centímetros por debajo de la generatriz inferior interior de la tubería.

El recubrimiento de protección, corresponde al material extendido entre la cama de apoyo descrita anteriormente y el plano paralelo al fondo de la zanja situado a treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería, estando constituidos por materiales correspondientes a suelos seleccionados, compactado al noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Normal y tamaño máximo de cinco (5) centímetros.

El recubrimiento de cubrición corresponde al material que ocupa la zona de zanja comprendida entre la cara superior del relleno de protección y la superficie del terreno natural o parte inferior del firme del cruce con infraestructuras viarias existentes, estando constituido por materiales precedentes de la excavación, correspondientes a suelos adecuados, compactado al noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Normal y con tamaño máximo de diez (10) centímetros.

##### **2.4.7.2 Materiales**

Dentro de este apartado se indican, las características que deben cumplir, los materiales a emplear en los distintos tipos de rellenos definidos en las secciones tipo de las zanjas de las conducciones, según se indica en los planos correspondientes.

### CAMA DE APOYO

Como arena para lecho de tuberías pueden emplearse arenas y gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas, escorias siderúrgicas apropiadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado a juicio del Ingeniero Director.

Todo este árido deberá pasar por el tamiz 5 UNE.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o en caso de duda, deberá comprobarse que la cantidad de sustancias perjudiciales no excede de los límites siguientes:

	Cantidad máxima en % del peso total de la muestra
Terrones de arcilla, determinados con arreglo a la Norma UNE 7133	1.00
Finos que pasan por el tamiz 0,80 arreglo a la Norma UNE 7135	5.00
Material retenido por el tamiz 0,32 UNE y que flota en un líquido de peso específico 2,0, determinado con arreglo a la norma UNE 7244	0.50
Compuestos de azufre expresados en $SO_4^{4=}$ y referidos al árido seco, determinados con arreglo a la Norma UNE 7245	1.20

En el caso de arena de machaqueo, y previa autorización del Director, el límite de cinco por ciento (5%) para los finos que pasan por el tamiz 0.080 UNE podrá elevarse el siete por ciento (7%).

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como arena, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo a la Norma UNE 7243.

No se utilizarán arenas que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo a la Norma UNE 7082, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

### RECUBRIMIENTO DE PROTECCIÓN

El recubrimiento de protección estará constituido por material procedente de la excavación o préstamo que, tras ser sometido a un proceso de selección, alcance como mínimo las características correspondientes a los “suelos seleccionados”.

Las características fundamentales que tendrá que cumplir son las siguientes:

- Carecerán de elementos con tamaño superior a cinco (5) centímetros y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al veinticinco por ciento (25%) en peso.
- Cumplirá simultáneamente que su Límite Líquido sea menor de 30 ( $LL < 30$ ) y su índice de plasticidad menor que diez ( $IP < 10$ ).
- El índice C.B.R. será superior a diez (10) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo.
- Estarán exentos de materia orgánica.
- Su grado de compactación no será inferior al noventa y cinco por ciento (95 %) del Proctor Normal

### RECUBRIMIENTO DE CUBRICIÓN

El recubrimiento de cubrición estará constituido por material procedente de la excavación que cumpla como mínimo las características correspondientes a los suelos adecuados, indicadas en el Artículo 330.3.3.2 del PG-3, entre las que se destacan las siguientes:

- Carecerán de elementos con tamaño superior a diez (10) centímetros y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso.
- El Límite Líquido será inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ).
- El Índice C.B.R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo será inferior al dos por ciento (2%).
- El contenido de materia orgánica, será inferior al uno por ciento (1%).

#### PROCEDENTES DE LA EXCAVACIÓN NO SELECCIONADO

Se define como tal el material que, sin ningún tipo de clasificación o selección, reúna las características para el relleno de zanjas, en aquellas zonas especificadas en los planos, o indicado en estas Prescripciones.

Este material deberá cumplir, como mínimo, las características y especificaciones de suelo tolerable. Este material corresponde al relleno de la primera parte de la zanja hasta la berma en los tubos de desagüe.

Estas exigencias suponen que el material carecerá de elementos de tamaño superior a diez (10) centímetros.

- Además, su grado de compactación no será inferior al noventa por ciento (95 %) del Proctor Normal.
- Carecerán de elementos de tamaño superior a diez (10) centímetros, y su cernido por el tamiz 0.080 UNE, será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso.
- El límite líquido será inferior a 40 ( $LL < 40$ ).
- La densidad máxima correspondiente al ensayo Próctor Normal no será inferior a un kilogramo con setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico ( $1.750 \text{ kg/dm}^3$ ).
- El índice C.B.R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo será inferior al dos por ciento (2%).
- El contenido de materia orgánica, será inferior al uno por ciento (1%).

#### PROCEDENTES DE PRÉSTAMOS

Se utilizarán materiales procedentes de préstamos, cuando el material procedente de las excavaciones no fuera tolerable, adecuado o suficiente, a indicaciones del Director de las Obras fuese requerido.

Los materiales procedentes de préstamo deberán cumplir los requisitos del PG3 para suelo seleccionado.

#### **2.4.7.3 Ejecución para el relleno de zanjas de tuberías**

Consiste esta unidad de obra en la extensión y compactación de los materiales procedentes de excavaciones o de préstamos en el relleno de las zanjas de las conducciones, sea cualquiera el equipo que se utilice para la compactación y refinado de superficie.

Todo ello se realizará de acuerdo con las presentes Prescripciones, con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los planos y con lo que sobre el particular ordene la Dirección de Obra.

Dentro del relleno de las zanjas se distinguen los tres tipos siguientes:

- Cama de apoyo
- Recubrimiento de protección
- Relleno de cubrición

### CAMA DE APOYO

La tubería no se apoyará directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre una cama de arena o tierra cribada de al menos 20 cm de espesor, cuidadosamente compactada y de pendiente uniforme. El apoyo se realizará según el ángulo indicado en la sección, de forma que el apoyo sea adecuado. El mínimo considerado en el presente proyecto es de 90° para tuberías de fundición. En el resto de materiales se define en el Documento nº2 Planos.

En las zanjas para tuberías, el fondo de la misma deberá ser uniforme y firme para asegurar al tubo un apoyo continuo en toda su longitud, y deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería en cada tramo, indicada en los planos de perfiles longitudinales.

Se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las camas.

En el desarrollo del montaje, al final de la jornada, el montador deberá efectuar la alineación de la tubería que haya ido colocando durante la misma.

Al día siguiente o dos días, lo más tardar, deberá efectuarse de forma manual el recrecido lateral de la cama de apoyo de la tubería, hasta alcanzar los cuarenta y cinco grados inferiores (180°), de cada lado del tubo.

Este proceso proporcionará una tubería perfectamente apoyada en su mitad inferior, lo que es muy importante para su correcto funcionamiento.

### RECUBRIMIENTO DE PROTECCIÓN

Se define como recubrimiento de protección la zona de zanja comprendida entre la cama de apoyo y el plano paralelo al fondo de la zanja situado a 30 centímetros por encima de la generatriz superior exterior del tubo. Esta zona se rellenará con suelo seleccionado según las características anteriormente descritas, y compactadas a un 95% del Proctor Normal.

A continuación, se procederá a rellenar la zanja los tubos, lo que puede hacerse con medios mecánicos, ocupándose únicamente de que las zonas entre tubería y pared de zanja queden compactadas

El material se extenderá y compactará en toda la anchura de la zanja en tongadas que no superen los quince (15) centímetros, hasta la altura indicada en los planos. Una vez extendida cada tongada se procederá a la humectación conveniente para obtener una compactación del noventa y cinco (95) por ciento del ensayo del Proctor Normal.

El material de relleno se deberá colocar de manera que no desplace ni dañe el tubo instalado, debiendo compactarse con medios de compactación ligeros generalmente ranas.

Los rellenos se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos (2) grados centígrados. El Contratista cuidará de mantener perfectamente drenadas las superficies de compactación que pudieran por su forma retener agua.

### RECUBRIMIENTO DE CUBRICIÓN

Se define como zona de cubrición la parte de zanja comprendida entre la cara superior del relleno definido anteriormente y la superficie del terreno, o parte inferior del firme en el cruce con infraestructuras viarias existentes.

Las primeras tongadas hasta unos treinta (se harán evitando colocar piedras o gravas, con diámetros superiores a dos (2) centímetros y con un grado de compactación mayor del 95% del Proctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los diez (10) centímetros y con un grado de compactación mayor del (95%) del Proctor Normal.



Esta segunda parte del relleno, además de proteger a los tubos de las caídas de piedras evitará el posible flotamiento de los mismos en época de lluvias, protegiendo a la "cama" granular de posibles deterioros por arrastres en zanjas con pendientes longitudinales acusadas.

Las uniones entre tramos de tuberías, deberán quedar al descubierto en unos 50 cm. a cada lado de la unión.

Una vez realizadas las pruebas de estanquidad de la tubería, se procederá al relleno total de la zanja con un nivel de compactación mayor del noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Normal.

El relleno total deberá hacerse por tramos de manera que sea mínimo el tiempo transcurrido desde la instalación de la tubería.

Este relleno se colocará mediante tongadas de veinticinco (25) centímetros de espesor, compactadas hasta el (95) por ciento del Proctor Normal.

No se permitirá el empleo de medios pesados de compactación, hasta que el relleno de la zanja alcance una altura superior a 1.30 m por encima de la generatriz superior de la tubería.

#### **2.4.7.4 Control de calidad**

##### RELLENOS

##### Materiales

Para los suelos utilizables en rellenos y terraplenes se utilizarán como mínimo, por cada 10.000 m<sup>3</sup>, los siguientes ensayos:

- 1 Índice CBR en laboratorio según NLT-111/78
- 10 Próctor según NLT-107/72.
- 2 Límites de Atterberg según NLT-105/72 y NLT-106/72.
- 1 Contenido de materia orgánica según NLT-117/72.
- 2 Análisis granulométrico.
- 1 Sales solubles
- 1 Contenido en yeso

##### Ejecución

Por cada 2.500 m<sup>3</sup> o fracción de capa colocada se realizarán los siguientes ensayos:

- 10 Densidad "in situ" según NLT-109/72, incluyendo determinación de humedad.

#### **2.4.7.5 Medición y abono**

Los rellenos, cama de arena y encachados se medirán por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados medidos sobre perfil y se abonarán al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1

Para mejora del cimiento se ha contemplado encachado a base de bolos y bloque roca tamaño mínimo 200 mm procedente de préstamo y/o cantera, extendido, riego a humedad óptima, compactación y perfilado de rasantes, por capas de espesor máxima de 25 cm, hasta un asiento residual de 1 mm, incluido el material granular de relleno de huecos, herramientas y medios auxiliares.

No serán de abono los excesos de relleno que se produzcan como consecuencia de haber sido realizada la excavación de la zanja con dimensiones o taludes diferentes de los indicados en los planos.

Solo se admitirá el abono de estos excesos en el caso de que hayan sido debidos a condiciones geotécnicas del terreno por el que discurre la traza y los mimos hayan sido aprobados por la Dirección de la Obra.

En los precios indicados en el Cuadro de Precios, se incluye la mano de obra, maquinaria, materiales, selección del material, limpieza de la zanja, humectación, extensión, compactación demás operaciones necesarias para realizar esta Unidad de acuerdo con lo indicado en estas Prescripciones.

El precio de suelo seleccionado incluye el cribado necesario del material excavado. El material podrá ser préstamo o procedente de la excavación.

## **2.4.8 Rellenos en zonas localizadas y material filtrante**

### **2.4.8.1 Definición**

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de materiales para rellenos en el trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona localizada, cuyas dimensiones no permiten la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de los terraplenes y los rellenos de las zanjas. Se realizarán donde indiquen los planos o donde ordene la Dirección de Obra.

Dentro de este tipo de rellenos, se distinguen los rellenos en obras de fábrica y los rellenos drenantes.

### **2.4.8.2 Tipos de relleno**

#### **2.4.8.2.1 Rellenos en obras de fábrica**

La zanja o espacio comprendido entre la estructura y el terreno natural, deberá rellenarse con material definido como “suelo adecuado” en el PG-3, y será procedente del obtenido de la excavación si lo hubiere, y si no se obtendrá de préstamos.

Si el relleno se define con materiales seleccionados, el tamaño máximo del material no superará los cinco (5) centímetros y, en el caso de ser sin seleccionar, el tamaño máximo será de diez (10) centímetros. En ambos casos el material estará exento de tierra vegetal.

Los materiales a utilizar cumplirán las siguientes prescripciones:

- Capacidad portante: El índice CBR será superior a tres (3).
- Plasticidad: La fracción que pasa por el tamiz 40 ASTM cumplirá:  $LL < 40$  o bien, simultáneamente,  $LL < 65$  e  $IP > (0,6 LL - 9)$ .
- Densidad: La densidad obtenida en el ensayo Próctor Normal será superior a un kilogramo y cuatrocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico ( $1,45 \text{ Kg/dm}^3$ ).

El extendido será en tongadas de 30 cm incluyendo el extendido, la compactación al 95% del Proctor Normal, la humectación y el transporte desde cualquier distancia, hasta su terminación incluso el cribado o machaqueo si fuera necesario.

Cuando el material procedente de las excavaciones no fuera adecuado, se tomarán materiales de préstamos propuestos por el Contratista y aprobados por la Dirección de Obra.

#### **Control de calidad**

Por cada cien (100) metros cúbicos o fracción, de material de rellenos se harán los siguientes ensayos:

Un (1) Ensayo Próctor modificado (NLT-107/72)

Un (1) Ensayo granulométrico (NLT-104/72)

Un (1) Ensayo de Límites de Atterberg (NLT-105/72 y 106/72)

Un (1) Ensayo de contenido de humedad (NLT-102/72 y 107/72)

#### **2.4.8.2.2 Rellenos drenantes y material filtro**

Consiste en la utilización de materiales drenantes que sea necesario realizar en zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona.

Los materiales a utilizar en estos rellenos serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, arenas, suelos seleccionados o materiales locales exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

El tamaño máximo del material no excederá de quince (15) centímetros y cumplirá la siguiente granulometría:

TAMIZ ASTM	% QUE PASA (EN PESO)
6"	100
3"	100 - 65
1"	70 - 45
1/2"	55 - 35
Nº 4	40 - 20
Nº 10	35 - 15
Nº 40	25 - 0
Nº 100	10 - 0
Nº 200	5 - 0

Esta granulometría será tal que permita la salida de las aguas en los rellenos de los muros a través de ellos hasta alcanzar los drenes previstos, sin que exista peligro de colmatación por arrastres.

Siendo  $D_x$  la dimensión del tamiz por el que pase  $x$  %, en peso, de los materiales filtro y  $d_x$  la del tamiz por el que pase el  $x$  %, en peso, de los materiales del relleno, se deberán cumplir las condiciones siguientes:

$D_{15}/d_{85}$  menor o igual que 5 (a)

$D_{15}/d_{15}$  mayor o igual que 5 (b)

En el caso de terrenos cohesivos, la condición (a) puede sustituirse por la de:

$D_{15}$  menor que 0.1 mm.

En todo caso, para evitar segregación del material filtro durante su colocación, el coeficiente de uniformidad,  $C_u = D_{60}/D_{10}$ , ha de ser inferior a veinte (20).

Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material filtro situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

Si se utilizan tubos perforados:

$D_{85}$ /diámetro del orificio mayor que 1

Si se utilizan tubos con juntas abiertas

$D_{85}$ /ancho de la junta mayor que 1.2

Si se utilizan tubos de hormigón poroso

$D_{15}$  del árido del tubo/  $D_{85}$  menor que 5

Si se drena por mechinales

$D_{85}/D$  del mechinal: mayor que 1.2

Si los límites establecidos por la granulometría del terreno y la apertura de orificios no permiten encontrar un material que los cumpla, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por dos (2) capas, una de las cuales, la de material más grueso se colocará junto al muro y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la otra, la que, a su vez las cumplirá respecto al relleno.

En todo caso, el material filtro a emplear en drenaje de muros cumplirá la condición de que la fracción que pase por el tamiz número 200 ASTM (0,074 milímetros), será menor que los 2/3 de la fracción que pase por el tamiz número 40 ASTM (0,42 mm.), en peso.

### **Control de calidad**

A juicio de la Dirección de Obra, con el material de cada procedencia, se harán los siguientes tipos de ensayos:

- Análisis granulométrico (NLT - 104/72).
- Determinación del equivalente de arena (NLT - 113/72).

#### **2.4.8.3 Ejecución de las obras**

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias de las presentes Prescripciones y las indicaciones de la Dirección de Obra.

No se procederá al relleno de excavaciones para las obras de fábrica sin que la Dirección de Obra haga el reconocimiento de las mismas y dé la autorización correspondiente después de tomar los datos precisos para su debida valoración. En las obras de importancia se extenderá acta del reconocimiento, firmándola la Dirección de Obra y el Contratista.

La excavación no ocupada por obras de fábrica o estructuras se rellenará compactando debidamente hasta el nivel del terreno existente con margen adecuado para prever el asiento del relleno.

El relleno del trasdós de muros, obras de fábrica, etc., se hará por tongadas horizontales, cuyo espesor no exceda de quince centímetros (15 cm.), consiguiendo una densidad mínima después de la compactación del 95% del Próctor Normal o de acuerdo con lo que indique la Dirección de Obra. En la ejecución de rellenos filtrantes que hayan de ir cubiertos con hormigón se cuidará que éste no penetre en el relleno protegiéndolo adecuadamente con tejido de arpillera u otro material que sea aceptado por la Dirección de Obra.

Cuando haya que colocar relleno a los dos lados de una estructura, se cuidará de mantener ambos al mismo nivel durante su ejecución. En el caso de obras de fábrica con relleno asimétrico, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse Antes de que hayan transcurrido siete (7) días desde la terminación de la fábrica contigua, salvo indicación de la Dirección de Obra y siempre previa comprobación del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno Antes de comenzar la ejecución.

En el caso de obras de fábrica de sección circular, Antes de construir sobre ellas el terraplén, se dispondrá a cada lado el relleno perfectamente compactado en una anchura igual, por lo menos, al diámetro de la sección, siempre que quede espacio para ello entre la pared de la obra de fábrica y el terreno natural; el relleno compactado deberá cubrir la estructura con un espesor mínimo de veinte centímetros (20 cm.) que se aumentará siempre que sea posible, llegando, cuando las circunstancias lo permitan, a un espesor igual al doble del diámetro de la sección.

No se permitirá el paso de maquinaria o el funcionamiento de elementos mecánicos sobre o cerca de las estructuras sin que éstas se encuentren debidamente protegidas por el relleno compactado, tal como acaba de describirse.

No se permitirá iniciar el trabajo de relleno sin autorización de la Dirección de Obra y, a ser posible, sin que hayan transcurrido dos (2) semanas desde la terminación de la estructura.

Cuando se trate de rellenos de zanjas drenantes en torno a tuberías y hasta una altura de treinta (30) centímetros por debajo de la generatriz superior de la tubería salvo indicación en contrario de la Dirección de Obra, el tamaño máximo de las partículas no será superior a dos (2) centímetros, las tongadas serán de diez (10) centímetros y se compactarán hasta un índice de densidad no inferior al setenta y cinco (75) por ciento.

Se prestará especial cuidado durante la compactación para no producir movimientos ni daños en la tubería a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la máquina de compactación.

En todo caso los medios de compactación serán los adecuados para no producir finos adicionales por trituración del material, y en todo caso deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

También se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución, a causa de las lluvias, así como los encharcamientos superficiales de agua.

Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la contaminación o perturbación de alguna zona del relleno, se procederá a eliminar el material afectado y a sustituirlo por material en buenas condiciones.

La parte superior de la zanja, cuando no lleve inmediatamente encima cuneta de hormigón se rellenará con material impermeable, para impedir la colmatación por arrastres superficiales y la penetración de otras aguas que aquellas a cuyo drenaje está destinada la zanja.

#### **2.4.8.4 Medición y abono de rellenos en zonas localizadas**

Se medirá por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) conforme el Cuadro de Precios N° 1.

No serán de abono los excesos de relleno que se produzcan como consecuencia de haber sido realizada la excavación de la zanja, con dimensiones o taludes diferentes de los indicados en los planos, y no hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

Solo se admitirá el abono de estos excesos, en el caso de que hayan sido debidos a condiciones geotécnicas del terreno por el que discurre la traza y los mismos hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

En aquellas unidades que así se definan en el Cuadro de Precios N°1, y el material se encuentre incluido dentro de la propia unidad, el relleno no será de abono por separado (por ejemplo: Tubos de dren porosos con p.p. de excavación en zanja, material filtrante grava 40-80 , etc)

### **2.4.9 Terraplenes**

#### **2.4.9.1 Definición**

Las obras de terraplenado consisten en la extensión y compactación de los materiales adecuados procedentes de la excavación en los lugares previstos en el Proyecto. No se incluye en esta unidad el relleno de zanjas de la conducción, ni de zonas localizadas.

#### **2.4.9.2 Materiales**

Los materiales a emplear en terraplenes deberán cumplir las condiciones correspondientes a un suelo seleccionado que se encuentran definidas en el Artículo 330.3.3.1 del PG-3, entre las que se encuentran las siguientes:

- Carecerán de elementos de tamaño superior a cinco (5) centímetros y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al veinticinco por ciento (25%) en peso.
- Su Límite Líquido será inferior a treinta (LL<30).
- El Índice C.B.R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo, será inferior al dos por ciento (2%).

#### **2.4.9.3 Ejecución**

La ejecución de esta Unidad de Obra deberá realizarse según lo especificado en el del PG-3, cumpliéndose además las siguientes condiciones:

Una vez realizado el desbroce y la retirada de la tierra vegetal en las superficies que hayan de cubrirse con el terraplén, la superficie resultante se escarificará y compactará según las condiciones del terraplén añadido.

Sobre el asiento preparado se extenderá el material por superficies horizontales o convexas con pendientes máximas del dos por ciento (2%) y espesores máximos de (30) centímetros, al objeto de obtener una densidad no inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la lograda en el ensayo Proctor Normal.

La corrección de la humedad del material a emplear se efectuará bien por riego uniforme bien, en contrario, por oreo al objeto de acercarse lo más posible a la óptima definida en el ensayo Proctor Normal y que en todo caso permita alcanzar la densidad requerida.

#### **2.4.9.4 Medición y abono**

Se medirá esta unidad por los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de terraplén realmente ejecutado, obtenido por diferencia entre los perfiles del terreno después de la preparación de la superficie de asiento y los perfiles tomados después de la compactación del terraplén, sin tener en cuenta los excesos producidos por los taludes más tendidos o los sobreanchos en el terraplén. Se utilizará en las zonas en terraplén de la tubería principal y en la formación del caballón o mota de protección en la margen derecha del trazado.

La medición así obtenida se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios número uno.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

En el precio se encuentra incluida la preparación de la superficie de asiento, el transporte, la descarga, el extendido de las tongadas, la humectación, compactación y la clasificación del material excavado en la obra que se fuera a utilizar. También se encuentra incluido el exceso lateral necesario para que el grado de compactación alcance los valores exigidos en los bordes de la sección transversal del Proyecto, así como el perfilado que incluye la excavación y retirada del exceso hasta conseguir el perfil de la sección definida en los Planos.

El refinado y reperfilado de la explanada y taludes, se encuentra incluido en la unidad.

## **2.5 ENTIBACIONES Y AGOTAMIENTO**

### **2.5.1 Entibaciones**

#### **2.5.1.1 Definición**

En esta unidad de obra se enmarcan las construcciones provisionales de acero que hacen sostener el terreno y evitar desprendimientos o hundimientos en excavaciones en zanjas.

Su validez se limita al tiempo de ejecución de la obra, acabando éste una vez estabilizado el terreno ya con un revestimiento, ya con el relleno del área excavada.

#### **2.5.1.2 Materiales a emplear**

El material a emplear será de piezas de acero, que podrán ser fabricadas con perfiles laminados y chapas que cumplan las condiciones indicadas para tal en este pliego o en su defecto en el PG3.

Las planchas para el forro de la entibación serán galvanizadas a fin de ser resistentes a la oxidación. Estarán separadas entre sí por elementos extensibles que soporten el empuje y que, a la vez, dejen una zona de trabajo para poder colocar la tubería en la zanja.

El material necesario estará acompañado de todos los elementos complementarios necesarios para su correcto funcionamiento.

### **2.5.1.3 Condiciones Generales**

El Contratista deberá efectuar las entibaciones de zanjas y pozos necesarias para evitar desprendimientos del terreno, independientemente de que no existan órdenes del Director de obra que lo obliguen a ello, en aquellas zonas que por el terreno o la profundidad de la excavación sea procedente para asegurar estabilidad en el terreno y seguridad en las personas.

La entibación se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones vigentes en el momento de la ejecución, y adoptará todas las medidas de seguridad.

El Contratista deberá presentar al Director de obra los planos y cálculos necesarios para definir la entibación a utilizar con una antelación no menor de 30 días de su ejecución. En caso de que el Director lo considere necesario, podrá ordenar el refuerzo o modificación de la entibación propuesta por razones de insuficiencia en la hipótesis de empuje del terreno, excesivas cargas de trabajo u otras consideraciones justificadas.

Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa del Director de obra.

El Contratista deberá mantener en seco las zonas de trabajo, y evacuar el agua que entre en ellas hasta los puntos de desagüe ya previstos y autorizados por la Dirección de obra. Para ello, el contratista está obligado a disponer de los equipos necesarios para tal labor desde el inicio de la obra, y mantenerlos adecuadamente.

### **2.5.1.4 Ejecución de las obras**

La ejecución de los entibados deberá llevarse a cabo por operarios de suficiente experiencia en ello, y dirigida por técnico que posea conocimientos y experiencia adecuada a la obra a realizar.

Se ajustarán las unidades de revestimiento adaptadas mediante los husillos al ancho de la zanja.

Se colocará, en la medida necesaria y de acuerdo con la naturaleza del terreno, la placa de presión y se asegurará el respectivo elemento mediante bulones.

Se abrirá la zanja, empujando alternadamente las mitades de las placas hacia abajo y se avanzará empujando las placas unilateralmente.

Mientras se efectúe algún trabajo de entibación, no se permitirá la permanencia o paso de personas ajenas a dicha operación. En ningún caso se permitirá ocupar el trasdós de la entibación.

El borde superior de la entibación se elevará sobre el terreno un mínimo de 10 cm.

### **2.5.1.5 Medición y abono**

Se abonará la unidad por m<sup>2</sup> siempre que así lo indique el precio del cuadro de precio y que este no se encuentre incluido en la unidad correspondiente.

La medición se realiza por cada cara de entibación vista de sostenimiento medido sobre perfil, sin considerar el posible empotre o saliente del terreno mínimo de 25 cm conforme requerimiento para la seguridad y salud.

La entibación será con paneles metálicos o blindados a cualquier profundidad, incluyendo operaciones de desentibado, puntales y medios auxiliares.

## **2.5.2 Agotamientos y rebajes del nivel freático**

### **2.5.2.1 Definición**

Se ha considerado necesidad de agotamiento en todos los trabajos de movimiento de tierras que lo necesiten, por lo que el Contratista deberá mantener en seco las zonas de trabajo y evacuar el agua que entre en ellas hasta los puntos de desagüe. A tal fin deberá efectuar las captaciones locales y evacuar todas las aguas que lleguen a las zonas de trabajo, ya sean a cielo abierto o subterráneo,

bombeándolas, si fuese preciso, y conduciéndolas hasta los lugares aprobados sin provocar problemas de erosión o de estabilidad del terreno y de las obras ejecutadas o en ejecución.

El Contratista deberá disponer de los equipos e instalaciones de la capacidad y características necesarias para la recogida y evacuación de las aguas desde el inicio de las obras y deberá mantener adecuadamente, mediante limpieza y reparaciones, todas las obras de drenaje y desagüe durante todo el tiempo de ejecución de las obras.

El sistema de agotamiento será propuesto por el Contratista a la aprobación del Director, sin que de su aprobación pueda deducirse eximente alguno de la responsabilidad de aquél.

Las bombas de agua deberán tener la capacidad suficiente para mantener el nivel de agua por debajo de la cota prefijada para que los trabajos puedan desarrollarse correctamente; deberá contar con suficientes bombas de reserva y piezas de repuesto para garantizar la continuidad de la ejecución de las obras.

Las operaciones de agotamiento se dividen en aquellas relacionadas con el rebaje del nivel freático o achique de las aguas filtradas correspondientes y necesarias para acometer las obras en seco, y aquellas relacionadas con la ejecución de bypass de la red de colectores para el mantenimiento del servicio de saneamiento.

### **2.5.2.2 Medición y abono**

Las operaciones de excavación en zanja o recintos tablestacados/ apantallados, incluyen los achiques necesarios para su ejecución, por lo que no será de abono operaciones de achique.

Se incluyen en todos los casos los medios auxiliares necesarios para la operación, conexión eléctrica, cuadros de protección, consumo energético, tramitación, tasas legales, manguera, valvulería y elementos de control de caudal, así con su retirada.

Adicionalmente, para los casos de rebaje de nivel freático, los precios incluyen los elementos necesarios para el alojamiento de los grupos de bombeo, pozos drenantes y resto de material.

## **2.6 TABLESTACADOS**

### **2.6.1 Definición**

Se definen como tablestacados metálicos, las paredes formadas por tablestacas metálicas que se hincan en el terreno, para constituir, debidamente enlazadas, pantallas de impermeabilización o resistencia, con carácter provisional o definitivo.

#### CONDICIONES GENERALES

Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial cuya resistencia característica a tracción será superior a cuatro mil ochocientos cincuenta kilopondios por centímetro cuadrado (4.850 Kp/cm<sup>2</sup>).

El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable; y permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

#### FORMA Y DIMENSIONES

Los perfiles y peso de las tablestacas serán los que figuren en los Planos y/o Cuadro de precios, admitiéndose, para su longitud, las tolerancias siguientes: veinte centímetros (20 cm) en más y cinco centímetros (5 cm) en menos.

El espesor tendrá una tolerancia  $\pm 0,5$  mm para tablestacas de hasta 10 mm de espesor y de un  $\pm 5\%$  en las de espesor superior a 10 mm.

La anchura tendrá una tolerancia de  $\pm 2\%$  en elementos simples y  $\pm 3\%$  en elementos dobles.



Respecto a la rectitud: se admitirá una flecha máxima del 0,2% de la longitud (en el plano de la espalda del perfil).

El corte de las tablestacas a su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.

#### TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Las tablestacas hincadas con carácter provisional podrán no tener ningún tipo de tratamiento salvo indicación en contra por parte de la Dirección de Obra.

El tipo de tratamiento a dar a las tablestacas de carácter definitivo podrán ser de los siguientes tipos, a no ser que esté definido de otra manera en los Planos o, en su caso, defina la Dirección de Obra:

- a) Superficies no vistas:
  - Una capa de alquitrán aplicado en caliente y una segunda mano como capa de protección aplicada en frío.
- b) Superficies no vistas:
  - Granallado a un grado mínimo SA 2 1/2 según la Norma Sueca SIS 055900.V
  - Una capa de pintura bituminosa de alto espesor y de secado físico de 175 micras de espesor de película seca.
  - Una segunda capa igual a la anterior y el mismo espesor.
- c) Superficies vistas:
  - Granallado a un grado mínimo Sa 2 1/2, según la Norma Sueca SIS 055900.
  - Una capa de imprimación epoxi, curada con poliamida de dos componentes, con un espesor mínimo de 50 micras de película seca.
  - Una mano de pintura epoxi de capa gruesa de dos componentes cuada con poliamida, con un espesor mínimo de 100 micras de película seca.
  - Una mano de acabado de esmalte epoxi de dos componentes curado con poliamida, con un espesor mínimo de 40 micras de película seca

#### **2.6.2 Control de calidad**

Todo el material vendrá a obra debidamente marcado y con el certificado de composición química y características mecánicas realizado por el laboratorio del fabricante.

El Director de Obra podrá indicar la realización de otro tipo de ensayos de contraste si así lo aconseja la importancia de la obra.

#### **2.6.3 Materiales**

Será de aplicación el apartado 673.2 del PG-3.

Las tablestacas que se deformen perjudicando la impermeabilización del tablestacado se retirarán y sustituirán por otras. Si esto no fuera posible, se hincarán otras tablestacas delante de las deformadas. Estas operaciones citadas no serán de abono.

El Contratista llevará un registro de hinca para las distintas tablestacas en la forma previamente acordada con la Dirección de Obra.

#### **2.6.4 Ejecución de las obras**

Será de aplicación el apartado 673.4 del PG-3.

Al menos tres semanas antes de comenzar cualquier etapa de los trabajos de hinca, el Contratista comunicará una propuesta de solicitud de hinca por escrito al Director de Obra. Esta propuesta, que tendrá el carácter de solicitud previa, incluirá detalles del tipo de maquinaria a utilizar, método de hinca y extracción, secuencia de operaciones, períodos de trabajo y controles a realizar.

Esta propuesta deberá ser aprobada por la Dirección de Obra o enviada de nuevo al Contratista al objeto de que la modifique de acuerdo con las indicaciones de aquella.

El incumplimiento por parte del Contratista de estos requisitos facultará a la Dirección de Obra para paralizar los trabajos hasta que se subsanen las omisiones, sin derecho del Contratista a recibir ninguna compensación o indemnización económica ni de ningún otro tipo, por ello.

Las operaciones de hinca se limitarán estrictamente a las horas y duraciones especificadas o permitidas por la Dirección de Obra.

Para cada tipo de terreno comprendido en el Proyecto se efectuará una prueba real de las posibilidades de hinca y extracción con los equipos que se haya previsto utilizar. Se tomarán además la medición de vibraciones y ruidos, tanto en la hinca como en la extracción.

Las vibraciones del terreno y los ruidos no excederán de los límites especificados y el Contratista será responsable de efectuar mediciones con la periodicidad determinada por la Dirección de la Obra para verificar su cumplimiento.

Las vibraciones del terreno se controlarán mediante medidas de la velocidad máxima de partícula realizada a nivel de terreno e inmediatamente adyacentes al edificio o servicio especificado o más próximo. Dichas medidas se realizarán mediante instrumentos aprobados, capaces de medir la vibración según tres ejes ortogonales, uno de los cuales se alineará paralelamente al eje de la excavación y otro será vertical. Los instrumentos tendrán el correspondiente certificado de calibración recientemente expedido. Los apoyos de hormigón y soportes necesarios para los instrumentos de medida serán proporcionados por el Contratista, según se indica en el Apartado correspondiente del presente Pliego, y serán eliminados por él, igualmente, cuando ya no se necesiten.

De entre los equipos disponibles se escogerán aquellos que permitan trabajar dentro de los límites establecidos para cada zona de obra. A este respecto se sustituirán los martillos vibratorios eléctricos por otros hidráulicos de frecuencia variable, si ello permite acoplarse mejor, a juicio del Director de Obra, a las condiciones de algún tajo o zona de obra. También podrán emplearse martillo de percusión de simple o doble efecto en cuyo caso se ajustará, además, a lo especificado respecto a los límites para el ruido, pudiendo ser preciso colocar fundas amortiguadoras de éste.

Se pondrá especial cuidado en los arranques y paradas del equipo vibrohincador por el fenómeno de resonancia, limitando, si fuera necesario, la amplitud de la vibración para reducir sus efectos.

En la extracción de tablestacas se extremarán las medidas de precaución especialmente si ha transcurrido mucho tiempo desde su hinca y especialmente en terrenos arcillosos y/o limosos. En casos especiales el Director de Obra podrá exigir que la extracción se efectúe por medio de grúas estáticas (sin vibración). En este caso el Contratista podrá optar por renunciar a extraer las tablestacas estando obligado entonces a cortarlas como mínimo, a 1 m por debajo de la superficie del terreno. En cualquier caso, no se devengará ningún abono suplementario por estas operaciones.

Las tablestacas situadas en las cercanías de edificios serán hincadas por medio de equipos hidráulicos o vibratorios. No se emplearán sistemas de impacto salvo que los métodos hidráulicos no permitan alcanzar las profundidades necesarias. En este caso, el empleo de sistemas de impacto requerirá la aprobación por escrito del Director de Obra. Las operaciones de hinca se limitarán estrictamente a las horas y duraciones especificadas o permitidas por la Dirección de Obra.

El Contratista suministrará todos los medios necesarios, incluso arriostramientos y elementos guía para la hinca de tablestacas.

La tolerancia en la ejecución de las tablestacas será de 50 mm en alineación y una inclinación máxima de 1/120. Antes de que sea hincada, cada tablestaca tendrá claramente marcada su altura a intervalos de 250 mm en los 3 m superiores.

Si en la línea de una tablestaca se encuentra un obstáculo que impida alcanzar la cota prevista, el Contratista podrá pasar a hincar otros paneles de tablestacas contiguas para, posteriormente, hincar la tablestaca que opuso resistencia.

Las tablestacas que se deformen perjudicando la impermeabilización del tablestacado se retirarán y sustituirán por otras. Si esto no fuera posible, se hincarán otras tablestacas delante de las deformadas. Estas operaciones citadas no serán de abono.

El Contratista llevará un registro de hinca para las distintas tablestacas en la forma previamente acordada con la Dirección de Obra.

Las tablestacas se retirarán después de completado el relleno de la zanja si bien se han de tomar las medidas adecuadas para garantizar la eliminación de movimientos de la conducción y evitar la reducción del grado de compactación del relleno.

La retirada de tablestacas se realizará al tresbolillo alternando de un lado y otro de la línea de tablestacas. Asimismo, en las zonas en las cuales se prevean efectos perjudiciales ocasionados por las vibraciones a juicio del Director de Obra, se realizará la extracción de las tablestacas mediante el empleo de sistemas hidráulicos, de elevación, grúas, etc. sin abono complementario por esta causa.

La retirada de las tablestacas situadas en las inmediaciones de obras de fábrica se realizará simultáneamente con las situadas junto a los tramos de tubería adyacentes a las mismas.

Si por interés del Contratista se dejan tablestacas perdidas en el terreno, se deberán cortar a la mayor profundidad posible y en ningún caso a menos de 125 cm por debajo de la superficie de terreno terminada. En ningún caso se considerarán de abono las tablestacas perdidas salvo autorización escrita de la Dirección de Obra.

### **2.6.5 Medición y abono**

Se medirán por m<sup>2</sup> realmente ejecutado conforme describe el Cuadro de Precios n<sup>o</sup>1

Se distinguen dos tipos de tablestacas:

- Tablestacas en zanjas de colectores o pozos: Entibación en zanjas, pozos o cimentaciones con tablestacas hincadas a cualquier profundidad, incluso acodalamientos, riostras, operaciones vibratorias y reperforaciones necesarias, retirada y medios auxiliares necesarios.
- Tablestacas para la ejecución de estaciones de bombeo o tanques de tormenta: Tablestacado recuperable o perdido de cualquier profundidad mediante paneles estancos con cámara de chapa de acero en cajón, tablestacas de chapa y codales extensibles metálicos, celosía y perfiles de arrioestre, incluido desplazamiento de equipo a obra, trabajos preparatorios de plataforma, operaciones de hincado y vibrado, reperforaciones necesarias, estructura soporte, puntales-cercha y perfiles de arrioestre, anclajes de sostenimiento de 50 tn y 20 m de longitud en diferentes fases según anejo de cálculo, inyecciones, barras y tendones, perfilera metálica de sostenimiento (hasta 3 escalones de anclajes) y acodalamiento para cualquier profundidad, operaciones de retirada y medios auxiliares. Unidad totalmente ejecutada.

Las tablestacas empleadas en zanjas o pozos se abonarán aplicando a los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie útil revestida, a los precios del Cuadro de Precios n<sup>o</sup> 1 aplicables a cada tipo de tablestacado (sin apuntalar, apuntalado o perdido), según corresponda.

A efectos de abono se adoptará como plano de referencia para la medición de las profundidades, el definido por la solera de las excavaciones previas (prezanjas), si las hubiere, no teniendo derecho el Contratista a reclamar cantidad alguna en concepto de entibaciones realizadas por encima de dicho plano. En el caso de zanjas en zonas urbanizadas se considerará la superficie del pavimento existente como plano de referencia para la medición de entibaciones.

Los tablestacados se medirán y abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de paramento útil, entendiéndose repercutidos en los correspondientes precios unitarios la longitud de tablestaca hincada por debajo de la solera de la zanja.

Solamente se considerará como tablestacado a efectos de abono, el caso en el cual las tablestacas hayan sido totalmente hincadas con anterioridad a la excavación de las zanjas o pozos. En otros casos, se abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes de entibación, en función de la superficie total de pared revestida.

Si las tablestacas tuvieran que ser hincadas a mayor profundidad de la establecida en el Proyecto, de los sistemas de sostenimiento, el Contratista no podrá reclamar variación de los precios del contrato por este concepto.

Dentro de los precios de tablestacados se entenderán incluidas todas las operaciones de arriostamiento y colocación de los niveles de apuntalamiento que sean necesarios, así como todas las operaciones que sean necesarias para la ejecución de la unidad de obra, incluso los empalmes y soldaduras de las tablestacas, así como los elementos de separación entre la tablestaca, agotamiento y el hormigón de la cuna (porexpan, plástico, geotextil), por lo que no son motivo de abono diferenciado.

Para el caso de las tablestacas para la ejecución de estaciones de bombeo, estas se abonarán por m<sup>2</sup> realmente ejecutado, desde coronación hasta empotre, en el que se incluye riostras, codales, celosía y anclajes de sostenimiento necesarios.

## **2.7 ESCOLLERA**

### **2.7.1 Definición**

La solera y taludes del encauzamiento se protegerán con escollera al objeto de evitar erosiones y arrastres del terreno.

Las escolleras se ejecutarán siguiendo el artículo 658 del PG.4/1988. La protección se colocará en seco, con pala excavadora o medio análogo y una vez posicionada y extendida, se afirmará con golpes de cazo o pisón, perpendiculares y paralelos a la superficie.

### **2.7.2 Materiales**

Las condiciones que cumplirá el material de escollera a emplear en las obras de protección de cauces, están señaladas en Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), en el artículo 658.

En general serán adecuadas para escollera las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas resistentes sin alteraciones apreciables, compactas y estables químicamente frente a la acción de los agentes externos, y en particular frente al agua.

La densidad aparente seca mínima de la piedra, según la Norma NLT 153/92, será de dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 kg/m<sup>3</sup>).

La calidad de la piedra se determinará realizando un ensayo de Los Ángeles (NLT 149/91), siendo necesario que su coeficiente de desgaste sea inferior a cincuenta (50). La absorción de agua según la Norma UNE 83134 será inferior al dos por ciento (2%).

La pérdida en peso sufrida por la piedra al someterla a inmersión en sulfato sódico, según la Norma NLT 148/91 con cinco (5) ciclos, no será superior al diez por ciento (10%). La piedra no presentará síntomas de meteorización o de descomposición química, ni presencia de carbonatos o sulfatos de hierro.

Se admitirá una proporción de piedra con óxido de hierro que no supere el cinco por ciento (5%).

Las dimensiones de las escolleras a utilizar en las distintas zonas serán las que se indican en el Documento de Planos.

### **2.7.3 Condiciones del proceso de ejecución**

Para la piedra en rama la colocación de ésta se ejecutará tal y como se describe a continuación. Una vez efectuadas las excavaciones necesarias, y obtenida la rasante indicada en los planos, se procederá al extendido de la piedra en rama sobre el lecho del cauce. La piedra se transportará sobre camión, volcada sobre el tajo y colocada con retroexcavadora o tractor, buscando una correcta trabazón y un buen contacto logrando una superficie uniforme sin lomos ni depresiones, ni piedras que sobresalgan o cavidades respecto a la superficie general.

La protección de la escollera podrá ser ejecutada por el Contratista por el procedimiento que estime más idóneo, y los macizos resultantes deberán quedar con la forma, dimensiones y situación especificadas en los distintos documentos del Proyecto, y cumplirán todas las exigencias contenidas en las presentes Prescripciones, en especial las señaladas en cuanto a condiciones a cumplir por los materiales.

Las cotas límites para la colocación de la escollera, serán los indicados en el documento de planos. Los cantos tendrán sus límites sobre y por debajo de los planos teóricos que limitan la escollera, a no más de un tercio (1/3) de su dimensión nominal, equivalente a la arista del cubo equivalente.

Las escolleras se clasificarán Antes de su colocación y no se admitirá la carga en un mismo elemento de transporte de escolleras con tipos nominales diferentes.

La escollera se colocará en obra de tal forma que su volumen de huecos sea menor que el treinta por ciento (30%) y, por tanto, la densidad aparente de la escollera colocada, será superior a una con setenta toneladas por metro cúbico (1,70 t/m<sup>3</sup>).

El frente de las piedras será uniforme y carecerá de lomos y depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen depresiones respecto de la superficie general.

No se procederá a la colocación de la protección de la escollera sin que la Dirección de la Obra, haya comprobado las dimensiones de la escollera.

### **2.7.4 Control de calidad**

Como mínimo se realizará una serie completa de ensayos de identificación para verificar que la cantera elegida proporciona un material que cumple con las exigencias requeridas. Estos ensayos se realizarán previamente a la explotación de la cantera y se presentarán al Director de Obra para su aprobación antes de comenzar los trabajos.

Estos ensayos deberán repetirse si se cambia de cantera o si dentro de la misma cantera se observase que aparecen materiales de características diferentes a juicio del Director de Obra.

El peso de los cantos se controlará con la frecuencia que estime oportuna el Director de Obra, eligiendo los cantos de entre los acopios hechos en obra.

En los materiales por cada mil metros cúbicos (1.000 m<sup>3</sup>) o fracción, se realizarán los siguientes ensayos:

- Un (1) ensayo de desgaste Los Ángeles (NLT 149/91).
- Un (1) ensayo de ataque por los sulfatos (NLT 158/94).
- Un (1) ensayo de contenido de carbonatos.
- Un (1) ensayo de determinación del peso específico (NLT 153/92).

### **2.7.5 Medición y abono**

Los metros cúbicos se deducirán del perfil teórico de proyecto una vez ejecutadas completamente todas las unidades. En el precio se incluyen todas las operaciones necesarias para su colocación, penetraciones, asientos de la propia escollera, pérdidas de material por lavado y por compactación de las distintas capas sucesivas, así como cualquier otra pérdida incluso la parte

proporcional de las posibles sobre-elevaciones iniciales necesarias para alcanzar finalmente las cotas del proyecto.

El precio de la escollera comprende todas las operaciones necesarias desde el desbroce de las canteras hasta su arreglo en la obra después de vertida, por lo tanto en el precio de la unidad están comprendidas no sólo las operaciones antes referidas, sino también la carga, transporte, descarga, colocación, arreglo, indemnizaciones de cantera, etc.

Los excesos ejecutados, en caso de ser aceptados no serán de abono.

## 2.8 GEOTEXTILES

### 2.8.1 Materiales

Se cumplirá lo señalado en el PG-3.

Los geotextiles serán no tejidos de polipropileno con gramaje mínimo de 180 g/m<sup>2</sup>. El Contratista propondrá para su aceptación el tipo de geotextiles a utilizar indicando las características siguientes:

- Tipo de material(identificación)
- Peso por metro cuadrado
- Espesor
- Elongación hasta rotura
- Resistencia a tracción (longitudinal y transversal)
- Soldabilidad
- Envejecimiento
- Resistencia a los agentes químicos y biológicos

Al geotextil se le exigen los siguientes requisitos:

Resistencia CBR a perforación. (UNE-EN-ISO-12236) (KN)	2,26
Resistencia a tracción longitudinal (UNE-EN-ISO-10319) (KN/m)	13,5
Resistencia a tracción transversal (UNE-EN-ISO-10319) (KN/m)	12,5
Alargamiento a solera longitudinal (UNE-EN-ISO-10319) (%)	55
Alargamiento a solera transversal (UNE-EN-ISO-10319) (%)	60
Permeabilidad en el plástico	1,5
Permeabilidad 50 mm	45
Espesor bajo 2 kpa (mm)	1,4
Gramaje (gr/m <sup>2</sup> )	180
Composición.	PP

### 2.8.2 Suministro, recepción, almacenamiento y control de calidad

El suministro del geotextil deberá estar certificado por la norma ISO 9001. El producto se presentará en rollos que deberán llegar a obra en sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados. Los contenedores deberán garantizar la no alteración de las características originales del producto durante su transporte y almacenamiento en obra. Dichos contenedores, cualquiera que sea su tipo, mostrarán claramente en etiquetas externas bien adheridas, y no manipuladas, la marca y referencia del producto que contienen; sus características técnicas; el nombre e identificación del fabricante; las condiciones de uso y las fechas de caducidad y fabricación.

Cada partida que se reciba en obra vendrá acompañada de los correspondientes certificados de identificación, fabricación y garantía expedidos por el fabricante o suministrador. Estos certificados, en formato original o copia, podrán ser requeridos en cualquier momento al Contratista por la Dirección de

Obra, para su examen y/o archivo. El almacenamiento del producto que deba ser acopiado previamente a su puesta en obra, se efectuará en lugar preparado al efecto.

Los envases no se abrirán hasta el momento mismo de su utilización.

### **2.8.3 Ejecución**

Antes de proceder a la colocación del geotextil, se perfilará y regularizará la superficie donde haya de situarse al objeto de disponer una superficie lisa, sin oquedades y libre de todo elemento cortante, punzante o que no permita una extensión homogénea del material.

Las juntas entre paños, en general, se realizarán mediante solapo, salvo indicación en contra de la Dirección de Obra.

El solapo mínimo entre paños será de treinta centímetros (30 cm), recomendándose, en general, alcanzar los cincuenta centímetros (50 cm). Cuando el geotextil se coloque bajo el agua o en zonas con riesgo de erosión alto, velocidad, oleaje, suelos con contenido elevado de finos, etc. el solape mínimo se aumentará a un metro (1m).

En aquellos casos en los que se prevean vientos lo suficientemente intensos como para levantar el geotextil, se procederá a su lastrado provisional mediante piedras o sacos de arena o tierra, colocados generalmente al tresbolillo cada uno o dos metros (1 o 2 m), asegurando especialmente las zonas de solapes. En ningún caso se utilizarán para estos anclajes provisionales sujeciones que perforen la lámina.

### **2.8.4 Medición y Abono**

Se medirá por los metros cuadrados ( $m^2$ ), teniendo en cuenta las secciones según los planos, abonándose al precio indicado para esta unidad en el Cuadro de Precios Nº 1. El precio incluye los solapes necesarios para su puesta en obra, que no serán abonados como  $m^2$  adicionales.

Si el material forma parte de un descompuesto y una unidad compuesta, no será abonable por separado, sino tal y como se define en el cuadro de precios Nº1.

## **2.9 GEOCOMPUESTOS DRENANTES**

### **2.9.1 Definición**

Material formado por un cuerpo alveolar doble (bicúspide), simétrico e impermeable, a base de polietileno de alta densidad, macizo e incomprensible y un geotextil termofijado a una de sus caras.

### **2.9.2 Materiales**

Los geocompuestos drenantes están formados por un cuerpo de polietileno de alta densidad, que proporciona la función drenante al complejo y crea una cámara de aire, y un geotextil no tejido a base de filamentos de polipropileno virgen unidos mecánicamente por un proceso de agujeteado.

El cuerpo alveolar crea una cámara de aire y proporciona la función drenante al conjunto, mientras que el geotextil proporciona la función filtrante del geocompuesto.

El Contratista propondrá para su aceptación el tipo de geocompuesto drenante a utilizar indicando las características siguientes:

- Tipo de material (identificación)
- Peso por metro cuadrado
- Espesor
- Capacidad de flujo en plano
- Resistencia a tracción
- Profundidad máxima de instalación

### **2.9.3 Suministro, recepción, almacenamiento y control de calidad**

El suministro del geocompuesto drenante deberá estar certificado por la norma ISO 9001. El producto se presentará en rollos que deberán llegar a obra en sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados. Los contenedores deberán garantizar la no alteración de las características originales del producto durante su transporte y almacenamiento en obra. Dichos contenedores, cualquiera que sea su tipo, mostrarán claramente en etiquetas externas bien adheridas, y no manipuladas, la marca y referencia del producto que contienen; sus características técnicas; el nombre e identificación del fabricante; las condiciones de uso y las fechas de caducidad y fabricación. Cada partida que se reciba en obra vendrá acompañada de los correspondientes certificados de identificación, fabricación y garantía expedidos por el fabricante o suministrador. Estos certificados, en formato original o copia, podrán ser requeridos en cualquier momento al Contratista por la Dirección de Obra, para su examen y/o archivo.

El almacenamiento del producto que deba ser acopiado previamente a su puesta en obra, se efectuará en lugar preparado al efecto.

Los envases no se abrirán hasta el momento mismo de su utilización

### **2.9.4 Medición y Abono**

Se medirá por los metros cuadrados (m<sup>2</sup>), teniendo en cuenta las secciones según los planos, abonándose al precio indicado para esta unidad en el Cuadro de Precios N° 1. El precio incluye los solapes necesarios para su puesta en obra, que no serán abonados como m<sup>2</sup> adicionales.

Si el material forma parte de un descompuesto y una unidad compuesta, no será abonable por separado, sino tal y como se define en el cuadro de precios N°1.

## **2.10 DRENAJE**

### **2.10.1 Cunetas de hormigón**

#### **2.10.1.1 Descripción**

Esta unidad de obra se refiere al revestimiento de hormigón del tipo de cuneta y triangular que se ejecuta para recoger el agua de escorrentía.

El hormigón para cunetas ejecutadas en obra cumplirá las condiciones establecidas a los hormigones en este Pliego.

El hormigón para cunetas prefabricadas cumplirá las mismas condiciones, siendo admisible un aditivo para aceleración del fraguado.

Materiales que se utilizarán.

Se utilizará para el revestimiento hormigón tipo “Hormigón en masa” según se define en el artículo “Hormigones” del capítulo 3 del presente Pliego.

La resistencia característica a compresión del hormigón no será inferior a veinte megapascales (20 MPa), a veintiocho días (28 d).

#### **2.10.1.2 Ejecución de las obras.**

Se ejecutarán las obras conforme a las especificaciones del artículo 400.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG 3.

Las pequeñas irregularidades superficiales deberán corregirse mediante la aplicación de mortero de cemento.

Las pendientes serán las indicadas en los planos de Proyecto o en su defecto las que fije el Director de Obra. Cualquier diferencia con respecto a los valores establecidos deberá ser subsanada por el Contratista a su costa.



### **2.10.1.3 Control de calidad.**

El Director de Obra podrá ordenar la realización de controles de ejecución, debiendo quedar los elementos construidos dentro de las siguientes tolerancias

- Planeidad:  $\pm 4$  mm/m.
- Replanteo: 0.25 % ó  $\pm 10$  mm/m
- Dimensiones:  $\pm 5$  mm.

Todo elemento que no cumpla con estas tolerancias de ejecución con respecto a los valores indicados en el Proyecto deberá ser subsanado por el contratista a su costa.

### **2.10.1.4 Medición y abono**

La medición de esta unidad se realizará por m<sup>3</sup> de hormigón y la excavación según la unidad de m<sup>3</sup> de excavación en zanja.

## **2.10.2 Cunetas sobre terreno natural.**

### **2.10.2.1 Definición.**

La cuneta sobre el terreno natural ejecutada en la reposición de los caminos atravesados por la excavación de la conducción principal, con el fin de proteger los caminos y de recibir y canalizar las aguas de lluvia. La forma, dimensiones, tipo y demás características, se ajustarán a lo que figure en el Proyecto.

### **2.10.2.2 Materiales**

Se podrá realizar sobre el terreno natural sin que se exija ninguna característica especial a este.

### **2.10.2.3 Ejecución de las obras.**

A partir de la superficie natural del terreno o de la explanación, se procederá a la ejecución de la excavación de la caja que requiera la cuneta y a la nivelación y refino, respetando en todo caso las cotas y pendientes marcadas por el proyecto. Cualquier deferencia respecto a los valores establecidos deberá ser subsanada por el Contratista a su costa.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso, se mantendrá con nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características fondo de la cuneta que puedan originar defectos permanentes.

### **2.10.2.4 Control de calidad.**

El Director de Obra podrá ordenar la realización de controles de ejecución, debiendo quedar los elementos construidos dentro de las siguientes tolerancias

- Planeidad:  $\pm 4$  mm/m.
- Replanteo: 0.25 % ó  $\pm 10$  mm/m
- Dimensiones:  $\pm 5$  mm.

Todo elemento que no cumpla con estas tolerancias de ejecución con respecto a los valores indicados en el Proyecto deberá ser subsanado por el contratista a su costa.

### **2.10.2.5 Medición y abono.**

Serán de abono por ml realmente ejecutado y será de aplicación el siguiente precio del Cuadro de Precios N° 1.

No serán de abono los incrementos que se produzcan por un exceso, siempre que no haya sido aprobado por la Dirección de Obra.

### **2.10.3 Salvacunetas**

#### **2.10.3.1 Definición**

Así mismo será necesaria la instalación de drenajes transversales en los cruces de los caminos, pasos, etc. para conectar el drenaje longitudinal y trasversal . Se utilizarán en los tubos pasantes de hormigón o PVC SN-8000 de diámetros comprendidos entre 300 mm de diámetro nominal y 1000 mm. Estos drenajes estarán reforzados con hormigón en masa para evitar su deterioro con el paso de vehículos.

Los detalles constructivos se definen en el Documento nº2 Planos.

#### **2.10.3.2 Materiales de hormigón**

Cumplirá las características de tubos de hormigón en masa o armado especificado en apartados posteriores.

#### **2.10.3.3 Ejecución de las obras**

##### a) Orden de montaje

El tendido de tuberías debe comenzar en el extremo aguas abajo, colocando normalmente las tuberías con las embocaduras orientadas aguas arriba.

Es conveniente tener en cuenta, cuando se interrumpe el montaje de forma significativa, la necesidad de obturar provisionalmente los extremos de la tubería. Además, se debe prevenir la entrada de materiales dentro de la tubería, y retirarlos en caso de que esto suceda.

##### b) Alineación y cambio de dirección

Para la instalación de los tubos en zanja, se comenzará por fijar unos puntos de referencia mediante estacas, clavos, o cualquier otro procedimiento. A partir de estos puntos se situará el eje de la tubería en el fondo de la zanja.

Cuando la zanja es estrecha, podrán tenderse camillas de uno a otro lado, sobre las que se tensa una cuerda de nivelación situada en el plano vertical que contiene el eje de la tubería. Posteriormente, mediante plomada y cinta o cualquier otro procedimiento, se bajarán los puntos del eje a la profundidad prevista en el fondo de la zanja. Con zanjas cuya anchura dificulte tender camillas, se replanteará la tubería directamente en el fondo de la zanja.

En el caso de tuberías que deben instalarse aproximadamente a nivel del terreno natural para ser después terraplenadas, el replanteo se hará directamente sobre dicho terreno. Si primero se efectúa el relleno de tierras para abrir en él una zanja en que instalar la tubería, el replanteo se realiza como en el caso de zanja normal.

##### c) Apoyo de la tubería

La ejecución de las bases y camas de asientos de los tubos son determinantes para conseguir un buen apoyo de la conducción, evitar posibles hundimientos y eludir los grandes riesgos que suponen para la vida del tubo los apoyos puntuales o lineales. Según norma UNE-EN 1.610 la anchura del apoyo debe ser la de la zanja, a no ser que se especifique lo contrario por parte de la Dirección de obra. Para canalizaciones en el interior de terraplenes la anchura del apoyo debe ser de cuatro veces el diámetro exterior del tubo, a no ser que se especifique lo contrario.

El ángulo de apoyo previsto en el cálculo mecánico debe ser escrupulosamente respetado. Para ello es indispensable que los tubos reposen sobre toda su longitud sobre una cama de asiento perfectamente regular y nivelada siguiendo la pendiente proyectada. La norma UNE-EN 1.610 indica que cualquier ajuste necesario de la profundidad se realizará mediante elevación o descenso de la cama

asegurándose de que los tubos tienen soporte adecuado en toda su longitud. Los ajustes permanentes nunca deberán hacerse mediante compactado puntual.

Hay que prever las zanjas lo suficientemente anchas para poder compactar el relleno lateral del tubo hasta riñones.

d) Relleno y compactación

Se seguirán las directrices del artículo “Rellenos localizados” del presente Pliego.

e) Caños en terraplén

Todos aquellos caños que se sitúen en terraplén se realizarán mediante el siguiente procedimiento constructivo

- Ejecución del terraplén hasta la tongada que una vez compactada quede, al menos, quince centímetros por encima de la posición teórica de la generatriz superior del tubo.
- Excavación de la zanja en la que se ubicará el caño de PVC.
- Regularización del fondo y extensión de la cama de hormigón de limpieza.
- Colocación y montaje de los tubos de hormigón.
- Relleno localizado, siguiendo el artículo “Rellenos localizados” del presente Pliego, hasta el relleno completo de la zanja.
- Continuación de la construcción del terraplén tal y como está previsto en los planos

f) Embocaduras y paramentos laterales

Las embocaduras y los paramentos de hormigón en las entradas y salidas de los tubos serán ejecutadas conforme a la práctica habitual de este tipo de obras, respetando las condiciones de los planos, y del presente Pliego en cuanto a instalación dimensiones, encofrados, hormigones, puesta en obra y curado del hormigón, desencofrado, etc.

#### **2.10.3.4 Control de calidad**

La Dirección de obra someterá la colocación de los caños a una inspección visual exhaustiva antes de decepcionar la unidad. Se inspeccionarán los siguientes puntos:

- Alineación y perfil longitudinal
- Juntas
- Daños o deformaciones
- Conexiones
- Revestimientos interiores o exteriores
- Estado de las cunas de asiento

Durante el proceso de construcción el Director de Obra podrá ordenar cuantas pruebas sean necesarias para determinar la estanqueidad de los elementos instalados.

#### **2.10.3.5 Medición y Abono**

Serán de abono por ml realmente ejecutado según el diámetro y material que se especifique y en el precio asignado por el Cuadro de Precios nº 1.

Si el precio así lo define, no será de abono por separado el hormigón, encofrado, acero, excavación en zanja u otras operaciones necesarias.

## 2.11 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

### 2.11.1 Hormigones

#### 2.11.1.1 Definición

Se refiere esta unidad a la ejecución de hormigones hidráulicos de cualquier tipo, en masa o armado. La colocación y retirada de los encofrados y armaduras se regirá por las normas prescritas en los artículos correspondientes de estas prescripciones.

#### 2.11.1.2 Hormigones hidráulicos

Se definen como hormigones hidráulicos los hormigones formados por mezclas de cemento, áridos finos, áridos gruesos, agua y, eventualmente, productos de adición que al fraguar y endurecer adquiere una notable resistencia. Se denominarán ciclópeos si a ellos se agregan mampuestos que no pasan por el elemento mezclador y se colocan a mano dentro del encofrado.

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

#### 2.11.1.3 Cementos o conglomerantes hidráulicos

Son productos que amasados con agua fraguan y se endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones.

Los conglomerantes hidráulicos deberán cumplir las condiciones exigidas en la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16 y, asimismo, las recomendaciones y prescripciones contenidas en la vigente instrucción de hormigón Estructural (EHE-08).

#### 2.11.1.4 Materiales. Cemento

El cemento a utilizar será del tipo CEM II 32.5, o cualquier otro, que se indique en los planos del proyecto, o que sea aceptado por la Dirección de Obra.

El cemento empleado, deberá ajustarse a lo indicado en la vigente "Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16", así como las condiciones específicas que se señalan en las presentes Prescripciones.

#### 2.11.1.5 Ejecución de las obras

##### a) Tipos, dosificación y fabricación de hormigones

El cemento a emplear será I-42,5 R (UNE-EN 197-1:2000), que a efectos de la Instrucción EHE-08 se trata de un cemento de endurecimiento rápido, siempre que su relación agua/cemento sea menor o igual que 0,50.

El tamaño máximo del árido será el definido en la designación del hormigón, pero en ausencia de ésta el Ingeniero Inspector de la obra podrá decidir el más conveniente en cada caso y para cada tipo de hormigón.

La máxima relación agua/cemento en función de la clase de exposición ambiental, para conseguir una adecuada durabilidad del hormigón, será la siguiente:

#### **Máxima relación agua/cemento en función de la exposición ambiental**

CLASE	I	IIa	IIb	Qa	Qb	Qc	E
A/C para HA	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,50
A/C para HM	0,65	-	-	0,50	0,50	0,45	0,50

El mínimo contenido de cemento en función de la clase de exposición ambiental, para conseguir una adecuada durabilidad del hormigón, será la siguiente:

### Mínimo contenido de cemento en función de la clase de exposición ambiental

CLASE	I	IIa	IIb	Qa	Qb	Qc	E
CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> ) para HA	250	275	300	325	350	350	300
CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> ) para HM	200	-	-	275	300	325	275

En ningún caso, la dosificación podrá exceder de cuatrocientos kilogramos de cemento por metro cúbico de hormigón (400 kg/m<sup>3</sup>). En pavimentos de hormigón, losas de aparcamiento y rigolas la dosificación será inferior a trescientos setenta y cinco kilogramos de cemento por metro cúbico de hormigón (375 kg/m<sup>3</sup>).

Con carácter orientativo, las resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad, en función de la clase de exposición ambiental, serán las siguientes:

### Resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad

CLASE	I	IIa	IIb	Qa	Qb	Qc	E
RESISTENCIA (N/mm <sup>2</sup> ) para HA	25	25	30	30	30	35	30
RESISTENCIA (N/mm <sup>2</sup> ) para HM	20	-	-	30	30	35	30

Los hormigones que deberán utilizarse cuando exista peligro de ataque por aguas selenitosas, o existan contactos con terrenos yesíferos, deberán contener la dosificación adecuada de cemento Portland resistente al yeso (denominación SR). Los citados hormigones, como norma general, deberán adoptarse cuando el porcentaje de sulfato soluble en agua expresado en SO<sub>4</sub> de las muestras del suelo sea superior al cero con dos por ciento (0,2 %); o cuando en las muestras de agua del subsuelo, el contenido en SO<sub>4</sub> sea superior a cuatrocientas partes por millón (0,04 %). El cemento a emplear será I-42,5 R/SR (UNE- 80303-1:2001).

La consistencia de todos los hormigones que se utilicen, salvo circunstancias justificadas ante la Inspección de la obra, será plástica corresponderá a un asiento del cono de Abrams comprendido entre tres (3) centímetros y cinco (5) centímetros con una tolerancia de ±1.

En zanjas, rellenos de trasdós, etc., serán de consistencia blanda (asiento 6-9 centímetros) e incluso fluida (asiento 10-15 centímetros).

En condiciones ambientales normales (no calurosas) el tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no será mayor de una hora y media (1 1/2 h).

Los hormigones de central transportados por cubas agitadoras, deberán ponerse en obra dentro de la hora y media posterior a la adición de agua del amasado, no siendo admisibles los amasijos con un tiempo superior. Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Inspección Facultativa.

El recubrimiento nominal de las armaduras de los hormigones en función de la clase de exposición ambiental, para conseguir una adecuada durabilidad, será el siguiente para T=100 años:

### Recubrimiento nominal de las armaduras de los hormigones

CLASE	I	IIa	IIb	Qa	Qb	Qc
RECUBRIMIENTO (mm)	30	35	40	50	65	65

Todos los hormigones se compactarán y curarán debidamente. A título orientativo el método de compactación adecuado para hormigones plásticos es la vibración normal. La duración mínima del curado será de 5 días. La altura máxima de vertido libre del hormigón, será de un metro (1 m.). Deberá suspenderse el hormigonado cuando la temperatura de ambiente sea superior a cuarenta grados centígrados (40 °C) y siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h.) siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados (0 °C).

b) Estudio de la mezcla

Antes de iniciarse cualquier obra se estudiará la correspondiente fórmula de trabajo, que señalará exactamente la cantidad de cemento a emplear, las clases y tamaños del árido grueso, la consistencia del hormigón y los contenidos en peso de cemento, árido fino, árido grueso y agua, todo ello por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de mezcla.

Las curvas granulométricas de los áridos se comprobarán para las diferentes calidades de hormigón, cada vez que varíe su procedencia, cuando se suponga que la proporción de árido fino aumenta, o la calidad del material varíe de alguna manera.

La relación agua/cemento se fijará mediante ensayos que permitan determinar su valor óptimo, habida cuenta de las resistencias exigidas, docilidad, trabazón, métodos de puesta en obra y la necesidad de que el hormigón penetre hasta los últimos rincones del encofrado, envolviendo completamente las armaduras, en su caso.

Una vez establecidas las dosificaciones teóricas, y Antes de colocarlos en obra, se realizarán para cada tipo de hormigón a emplear los ensayos previos y característicos señalados en la vigente instrucción del hormigón (EHE-08). El número de probetas a romper para cada clase de ensayo y tipo de hormigón será el doble del señalado como mínimo en dicha Instrucción.

En cualquier caso, la dosificación del hormigón propuesta por el Contratista habrá de ser aprobada por la Dirección de Obra, aprobación que no exime al Contratista del cumplimiento de las condiciones establecidas en estas Prescripciones.

c) Fabricación del hormigón

La fabricación del hormigón podrá hacerse por cualquiera de los procedimientos siguientes:

d) Mezcla mecánica en obra

La instalación de hormigonado y los dispositivos para la dosificación de los diferentes materiales deberán ser aprobados por la Dirección de Obra. Estos dispositivos se contrastarán por lo menos una vez cada quince (15) días.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes, proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

Cada uno de los diferentes tamaños de árido, así como el cemento se pesarán por separado, y al fijar la cantidad de agua que debe añadirse a la masa, será imprescindible tener en cuenta la que contenga el árido fino, y, eventualmente, el resto de los áridos.

Como norma general, los productos de adición, excepto los colorantes, que suelen incorporarse directamente a los amasijos, se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de amasado y utilizando un dosificador mecánico que garantice la distribución uniforme del producto en el hormigón. No deberán utilizarse cementos de distinto tipo o partida en una misma amasada.

El período de batido será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin disgregación, de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la hormigonera.

Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera, se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar, en ningún caso, hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de agua, cemento o áridos.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de treinta (30) minutos, se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en ella. Esta operación se hará también cuando se cambie de tipo o partida de cemento.

### Mezcla mecánica en camiones

El camión mezclador podrá ser de tipo cerrado con tambor giratorio o de tipo abierto provisto de paletas.

En cualquier caso, será capaz de proporcionar mezclas uniformes y de descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

La velocidad de mezclado de las mezcladoras de tambor giratorio será superior a cuatro revoluciones por minuto (4 r.p.m.), y la velocidad de funcionamiento de las paletas de las mezcladoras abiertas no será inferior a cuatro revoluciones por minuto (4 r.p.m.) ni superior a dieciséis revoluciones por minuto (16 r.p.m.).

La velocidad de agitación, para ambos tipos de mezclado, no será inferior a dos revoluciones por minuto (2 r.p.m.), ni superior a seis revoluciones por minuto (6 r.p.m.).

La capacidad del mezclador será fijada por el fabricante del equipo y el volumen de la mezcla en ningún caso será superior al sesenta por ciento (60%) de dicha capacidad, si se utiliza como mezclador, ni superior al ochenta por ciento (80%) de la misma capacidad si se usa como elemento de transporte con agitación.

La descarga del hormigón en obra deberá hacerse dentro de la hora y media que sigue a la introducción del cemento en la mezcla. Este período de tiempo deberá reducirse si la temperatura ambiente es elevada o existen circunstancias que contribuyan a un fraguado rápido del hormigón.

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de una manera continua, y por tanto los intervalos de entrega de amasijos destinados a obras iniciadas no deberán ser tan amplios como para permitir un fraguado del hormigón colocado, y en ningún caso excederán de los treinta (30) minutos.

Las operaciones de mezclado en los mezcladores sobre camión comenzarán dentro de los treinta minutos que siguen a la incorporación del cemento a los áridos.

En cualquier caso, los camiones mezcladores deberán entregar con cada amasada una hoja especificando la hora en que fueron cargados, la hora límite de uso del hormigón y el tipo de hormigón servido.

### Transporte del hormigón

El transporte del hormigón, desde la amasadora hasta el tajo de colocación, podrá hacerse por múltiples procedimientos; baldes, camiones, canaletas, etc.

Cualquiera que sea la forma de transporte, deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- No deberá transcurrir mucho tiempo entre el amasado y la puesta en obra del hormigón. Dicho intervalo no será superior a una hora. Si se emplean acelerantes este período disminuye.
- Durante el transporte no deberán segregarse los áridos gruesos, lo que provocaría en el hormigón pérdidas de homogeneidad y resistencia.
- Deberá evitarse, en lo posible, que el hormigón se seque durante el transporte.
- Como las características de la masa varían del principio al final de cada descarga de la amasadora, no es conveniente dividir una misma amasada en distintos recipientes para su transporte.

### Puesta en obra del hormigón

El vertido y colocación del hormigón deberán efectuarse de manera que no se produzca la disgregación de la mezcla. El peligro de disgregación será mayor, en general, cuanto más grueso sea el árido y más discontinua su granulometría, siendo sus consecuencias peores cuanto menor es la sección del elemento que se hormigona.

Se deberá tener en cuenta:

El vertido no debe efectuarse desde gran altura (dos metros como máximo en caída libre), procurando que su dirección sea vertical y evitando desplazamientos horizontales de la masa. El hormigón debe ir dirigido durante el vertido, mediante canaleta u otros dispositivos que impidan su choque libre contra el encofrado o las armaduras.

La colocación se efectuará por capas o tongadas horizontales de espesor inferior al que permita una buena compactación de la masa (en general, de veinte (20) a treinta (30) cm., sin superar los sesenta (60) cm.). Las distintas capas se consolidarán sucesivamente, "cosiendo" cada una a la anterior con el medio de compactación que se emplee, sin que transcurra mucho tiempo entre capas para evitar que la masa se seque o comience a fraguar.

No se arrojará el hormigón con pala a gran distancia, ni se distribuirá con rastrillos para no disgregarlo, ni se le hará avanzar más de un metro dentro de los encofrados.

En las piezas muy armadas, y en general, cuando las condiciones de colocación sean difíciles puede ser conveniente, para evitar coqueas y falta de adherencia con las armaduras, colocar primero una capa de dos o tres centímetros del mismo hormigón, pero exento del árido grueso, vertiendo inmediatamente después el hormigón ordinario.

En el hormigonado de superficies inclinadas, el hormigón fresco tiene tendencia a correr o deslizarse hacia abajo, especialmente bajo el efecto de la vibración. Si el espesor de la capa y la pendiente son grandes, es necesario utilizar un encofrado superior. Caso contrario, puede hormigonarse sin este contraencofrado, colocando el hormigón de abajo a arriba, por roscas cuyo volumen y distancia a la parte ya compactada deben calcularse de forma que el hormigón ocupe su lugar definitivo después de una corta acción del vibrador.

#### Vibrado del hormigón

Se utilizarán vibradores internos de aguja. La frecuencia de vibración estará comprendida entre seis mil (6.000) y diez mil (10.000) ciclos por minuto. La aguja deberá disponerse verticalmente en la masa del hormigón, introduciéndola en cada tongada hasta que la punta penetre en la capa inferior, cuidando de evitar el contacto con las armaduras que existan, cuya vibración podría separarlas de la masa del hormigón. La aguja no deberá desplazarse horizontalmente durante su trabajo y deberá retirarse con lentitud, para que el hueco que crea a su alrededor se cierre por completo.

La separación entre los distintos puntos de inmersión del vibrador depende de su radio de acción, y debe ser del orden de vez y media este; normalmente, la separación óptima oscila entre cuarenta (40) y sesenta (60) cm. Es preferible vibrar en muchos puntos durante poco tiempo que en pocos puntos durante más tiempo, de tal manera que se produzca en toda la superficie de la masa vibrada, una humectación brillante.

#### Hormigonado en tiempo frío o lluvioso

Se suspenderá el hormigonado aquellos días en que la temperatura a las nueve (9) de la mañana (hora solar), sea inferior a cuatro grados centígrados (4°C).

En caso de que se produjesen temperaturas de este orden, siendo imprescindible continuar el hormigonado, se podrán tomar las siguientes precauciones.

Calentar el agua de amasado.

Proteger las superficies hormigonadas mediante sacos.

Prolongar el curado durante el mayor tiempo posible.

Se consideran como días no aptos para la colocación de hormigón aquellos en que la precipitación sea superior a cinco (5) mm.



### Hormigonado en tiempo caluroso

No deberá hormigonarse por encima de los cuarenta grados centígrados (40°C) si se trata de elementos de mucha superficie (pavimentos, losas, soleras, etc.). En las proximidades de estas temperaturas convendrá regar continuamente los encofrados y superficies expuestas de hormigón.

Para reducir la temperatura de la masa podrá recurrirse al empleo de agua fría.

Se tomarán todas las medidas necesarias para reducir en lo posible la temperatura inicial del hormigón fresco, como proteger del sol el cemento y los áridos.

En tiempo caluroso, se protegerán de la acción directa de los rayos del sol las superficies de hormigón recién colocado, para ello se utilizarán lonas, arpilleras, o cualquier otro dispositivo que a juicio de la Dirección de Obra resulte eficaz.

### Curado del hormigón

Por la influencia decisiva que tienen las operaciones de curado del hormigón en su resistencia, se pondrá especial atención a esta fase de construcción, el Contratista propondrá los métodos a utilizar para su aprobación por la Dirección de Obra.

Cualquier defecto que se pudiera producir a consecuencia del curado será reparado por cuenta del Contratista, si fuera necesaria la demolición y posterior reposición, estas operaciones también serán por cuenta del Contratista.

El período de curado mínimo será de siete (7) días, aumentando a quince (15) días cuando se trate de elementos de hormigón en masa, o cuando así lo ordene la Dirección de Obra.

Durante este primer período de endurecimiento, se mantendrá la humedad del hormigón y se evitará la aplicación de cargas estáticas que puedan provocar su fisuración.

El agua que haya de utilizarse para cualquiera de las operaciones de curado, cumplirá las condiciones que se le exigen en las presentes Prescripciones.

En los hormigones en masa, en elementos de gran dimensión, se preverán los medios de refrigeración y control de temperatura, para que la temperatura no supere en diez grados centígrados (10°C) a la temperatura ambiente del lugar.

Las tuberías que se empleen para el riego del hormigón serán preferentemente mangueras de goma, proscribiéndose la tubería de hierro si no es galvanizada. Asimismo, se prohíbe el empleo de tuberías que puedan hacer que el agua contenga sustancias nocivas para el fraguado, resistencia y buen aspecto del hormigón. La temperatura del agua empleada en el riego no será inferior en más de veinte grados centígrados (20°C) a la del hormigón.

### Ejecución de juntas

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción y dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos y en las presentes Prescripciones, y las instrucciones de la Dirección de Obra.

Se cuidará de que las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al interrumpir el hormigonado, aunque sea por plazo menor de una hora, se dejará la superficie terminal lo más irregular posible, cubriéndola de sacos húmedos para protegerla de los agentes atmosféricos. Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la lechada superficial dejando los áridos al descubierto; para ello, se utilizará un chorro de arena o cepillo de alambre, según que el hormigón se encuentre ya endurecido

o esté fresco aún, pudiendo emplearse también, en este último caso, un chorro de agua y aire. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Realizada la operación de limpieza, se verterá una capa fina de lechada Antes de añadir el nuevo hormigón.

#### Acabados del hormigón

Todas las superficies interiores y exteriores de hormigón deberán quedar sin defecto alguno y sin necesidad de repasos.

Los acabados de paramentos se clasificarán según los siguientes apartados, debiendo repararse sus imperfecciones como más adelante se indica. Si el Contratista prevé que pueda haber alguna duda en el tipo de acabado a aplicar, deberá notificarlo a la Dirección de Obra, Antes de proceder a su ejecución la cual decidirá el tipo a emplear.

#### Paramentos ocultos

Llevarán este acabado las superficies que hayan de quedar enterradas o cubiertas por otros materiales que no precisen condiciones particulares en su acabado.

Los encofrados estarán formados por tablones, paneles metálicos o cualquier otro tipo de material adecuado para evitar la pérdida de lechada cuando el hormigón es vibrado dentro del encofrado.

Se admitirá en la unión entre tablas salientes hasta diez (10) milímetros e irregularidades máximas por bombeo de quince (15) milímetros.

La superficie estará exenta de huecos, coqueras u otras deficiencias importantes.

#### Paramentos vistos

Esta clase de acabado es de aplicación a aquellos paramentos que estén generalmente a la vista.

Los encofrados estarán formados por tablones de madera cepillada y canteada de anchura uniforme y dispuesta de forma que las juntas entre ellos queden en prolongación tanto en sentido vertical como horizontal. La Dirección de Obra podrá ordenar la reparación o sustitución de los elementos que forman el encofrado cuantas veces lo considere oportuno. También se podrán utilizar paneles contrachapados fenólicos o metálicos.

No se deben acusar en forma francamente perceptibles rebabas producidas por las uniones de tablas. La irregularidad máxima por bombeo, aplicando sobre la superficie un regla de dos (2) metros de longitud, no excederá de cuatro (4) milímetros. Las esquinas se redondearán o achaflanarán con un berenjeno de treinta (30) por treinta (30) milímetros.

La superficie del hormigón estará exenta de huecos, coqueras y otros defectos, de forma que no sea necesario proceder a un relleno de los mismos. No se admitirán reboses de lechada en la superficie, manchas de óxido, ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas, variaciones de color y otros defectos serán reparados según un procedimiento aprobado por la Dirección de Obra, siendo todas las operaciones de cuenta del Contratista.

#### Superficies no encofradas

En estas superficies el hormigón será nivelado y rastreado uniformemente, para obtener una superficie plana que pueda ser estriada cuando se pretenda aumentar la rugosidad.

Posteriormente se repasarán la superficie presionando suavemente con llana de madera de forma que se obtenga una superficie lisa.

### 2.11.1.6 Control de calidad

Se realizarán los ensayos de control del nivel indicado en los planos, de acuerdo con el artículo correspondiente de la vigente instrucción del hormigón (EHE-08). Los valores de las magnitudes  $n$  y  $N$  señalados en ese artículo serán establecidos por la Dirección de Obra.

En cualquier caso, se establece un valor mínimo  $n = 6$ , para romper dos (2) probetas a 3 días, 2 a 7 y 2 a 28 días. La resistencia característica a los 3 días deberá superar el 50% de la exigida a 28 días, y la de 7 días el 70%. La Dirección de Obra podrá rechazar los hormigones que no cumplan esto, aunque cumplan con la resistencia exigida a 28 días. Los hormigones con aditivos deberán cumplir las condiciones de resistencia exigida a 28 días. Los hormigones con aditivos deberán cumplir las condiciones de resistencia a los 100 días.

En los elementos hormigonados con encofrado deslizante, se harán dos determinaciones ( $N = 2$ ) por día de hormigonado. En los demás, se hará un mínimo de una ( $N = 1$ ) por día de hormigonado. Se hará una determinación de la consistencia con cono de Abrams al confeccionar cada serie de probetas.

### 2.11.1.7 Tipos de hormigón

Los principales tipos de hormigón empleados en la obra, son los siguientes:

- Hormigón HM-12.5/p/20/IIa
- Hormigón HM-12.5/p/20/IV
- Hormigón HL-150/P/20 Elementos horizontales y verticales
- Hormigón HM-20/B/20/IIa Elementos horizontales y verticales
- Hormigón HM-20/B/20/III y IV-Qb SR horizontales y verticales
- Hormigón HA-25/B/20/IIa horizontales y verticales
- Hormigón HA-30/B/20/IIIa horizontales y verticales
- Hormigón HA-30/B/20/IV+Qb+SR soleras, cimentaciones, forjados
- Hormigón HA-30/B/20/IV+Qb SR muros, alzados, pilares y vigas

Adicionalmente se utilizarán otros hormigones de mayor resistencia en elementos prefabricados.

### 2.11.1.8 Medición y abono

Se abonará esta Unidad a los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº 1, por  $m^3$  ejecutado pudiendo estos formar parte de una unidad descompuesta, en cuyo caso no se procederá al abono descompuesto, sino a lo indicado por el cuadro de precios Nº 1.

Se entiende por metro cúbico ( $m^3$ ) de cualquier clase de hormigón, un metro cúbico de obra ejecutada, completamente terminada de acuerdo con lo indicado en estas Prescripciones, cualquiera que sea la procedencia de los materiales que en dichas fábricas se empleen.

La medición para el abono, se calculará exactamente por procedimiento geométrico, cuando ello sea posible, o bien, tomando perfiles cuando la obra de fábrica vaya adosada al terreno, deduciéndose del volumen real que corresponda, el relleno de sobrecanchos por demasías en la excavación o desprendimientos.

Se consideran incluidas en los precios de abono todas las operaciones necesarias para la ejecución de las obras de hormigón, tales como dosificación de áridos, de cemento, aditivos, fabricación y transporte de las mezclas, puesta en obra, construcción de cajetines, agujeros, entalladuras, control de temperatura, refrigeración, curado, etc.

La terminación de las superficies hormigonadas en las condiciones indicadas en estas Prescripciones, o que prescriba la Dirección de Obra, se considerará siempre incluida en los precios de los hormigones, cualquiera que fuese la parte de obra en que se colocara.

Los hormigones ejecutados se medirán y abonarán por separado según el tipo de hormigón utilizado, indicado en cada caso en los planos, o por la Dirección de Obra.

Los precios incluyen el bombeo y puesta en obra, totalmente terminado.

Cualquier defecto del hormigón será reparado por cuenta del Contratista, si la reparación no fuera suficiente, a juicio de la Dirección de la Obra, se demolería para su posterior reposición, no abonándose cantidad alguna por estas operaciones.

En las mediciones se deducirán las juntas, arquetas, cajetines y huecos de más de  $1/10 \text{ m}^3$ , pero no se deducirá el volumen ocupado por las armaduras y demás elementos de acero, los sumideros para aguas de lluvia, tuberías de desagüe, tubos de un diámetro interior de hasta 350 mm. (Inclusive) y aquellas ranuras o agujeros que se vuelven a rellenar de hormigón después de introducir en ellos los elementos correspondientes (anclaje de apoyos, postes de barandillas, etc.). El precio del hormigón incluye el tratamiento de las juntas de trabajo.

No serán de abono las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las indicadas en estas Prescripciones, o que presenten desperfectos.

En los precios de las distintas clases de hormigón quedarán incluidos: el estudio y la obtención de la fórmula de trabajo para cada tipo de hormigón, así como los materiales necesarios para dicho estudio; el cemento, árido, agua y aditivos necesarios para la fabricación, transporte y puesta en obra (y aprobados por la Dirección de obra); la fabricación, transporte, puesta en obra y compactación del hormigón, la ejecución y tratamiento de las juntas, la protección del hormigón fresco, el curado y los productos de curado; el acabado y la realización de la textura superficial; y cuantos materiales, maquinaria y mano de obra sean necesarios para la correcta, rápida y segura ejecución de las unidades de obra objeto de éste Artículo.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

## **2.11.2 Encofrados, cimbras y moldes**

### **2.11.2.1 Definición**

Las cimbras, encofrados y moldes deberán cumplir las exigencias contenidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

La misión del encofrado es contener y soportar el hormigón fresco hasta su endurecimiento, sin experimentar asientos ni deformaciones, dándole la forma deseada.

A los efectos de las obras a que se refieren estas Prescripciones, los encofrados se dividen en los tipos siguientes:

#### Encofrado recto en paramentos ocultos:

Es el que se emplea en paramentos de hormigón de directriz recta que posteriormente han de quedar ocultos por el terreno o por algún revestimiento. Podrán utilizarse tablas o tablonas sin cepillar y de largos y anchos no necesariamente uniformes.

#### Encofrado recto en paramentos vistos:

Es el encofrado de madera o metálico que se emplea en paramentos de directriz recta que han de quedar vistos, o en los paramentos que por necesidades hidráulicas exigen un acabado liso.

#### Encofrado curvo:

Tablero formado por tablas de madera de buena calidad, colocadas a tope y cepilladas después de la terminación del tablero; madera laminada de capas múltiples; tableros de lámina de acero. No se admitirá al uso de tableros de madera forrados con lámina de acero delgada.

### 2.11.2.2 Materiales

Los encofrados podrán ser metálicos, de madera, productos aglomerados, etc., exigiéndoles como cualidades principales las de ser rígidos, resistentes, estancos y limpios.

La madera, en el caso de que se use este material, cumplirá las siguientes condiciones:

- Proceder de troncos sanos.
- Haber sido desecada perfectamente al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante un periodo mayor de dos (2) años.
- No presentar ningún signo de putrefacción, carcoma o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, hendiduras, manchas, entalladuras, cortes o agujeros, o de cualquier otro defecto que pueda perjudicar su solidez y resistencia.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas, paralelas según la mayor dimensión de la pieza.
- Dar sonido claro por percusión.

En particular contendrá el menor número posible de nudos, los que, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión.

En el caso de encofrados metálicos la chapa será perfectamente lisa, sin aspereza, rugosidades o defectos que puedan repercutir en el aspecto exterior del hormigón, y tendrá el espesor adecuado para soportar debidamente los esfuerzos a que estará sometida, en función del trabajo que desempeña. La Dirección de Obra, se reserva el derecho de rechazar todas aquellas que a su juicio no cumplan los requisitos exigidos.

En todo caso para el cálculo del encofrado, se supondrá que el hormigón fresco tiene una densidad igual a dos con cuatro toneladas por metro cúbico (2.4 t/m<sup>3</sup>)

En cualquier caso, los encofrados y las uniones de sus distintos elementos poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir sin asientos ni deformaciones las cargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, los debidos a la compactación de la masa.

### 2.11.2.3 Ejecución de las obras

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrado cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica, debiendo justificarse debidamente a la Dirección de Obra aquellos que se salgan de esta norma.

Los enlaces de los distintos elementos o puntos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad, sin requerir golpes ni tirones.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas. Los encofrados, sus ensambles, soportes y cimbras, tendrán la resistencia y rigidez necesarias para soportar el hormigonado sin movimientos locales superiores a tres (3) milímetros, ni de conjunto superiores a la milésima de la luz, y, aunque hayan sido aceptados para su empleo por la Dirección de Obra, no por ello quedará libre el Contratista de las responsabilidades a que pudiera haber lugar.

Los encofrados de paramento, y en general los de superficies vistas estarán cepillados, con tablas bien machihembradas y bien ajustadas si son de madera, y en todo caso dispuestas de manera que la superficie del hormigón no presente salientes, rebabas o desviaciones visibles. En las juntas de hormigonado los encofrados deben volver a montarse de forma que sean estancos, anclándose con firmeza, pero de forma que no se empleen ataduras de alambre ni pernos empotrados en el hormigón. Si se emplean varillas metálicas para apuntalar los tableros del encofrado de paramentos, dichas varillas se terminarán por lo menos a cinco (5) centímetros del encofrado, en dichos tableros, se dispondrán también unos elementos entre los tuerces del encofrado y la madera de la tabla, de forma que el alambre de dichos tuerces quede siempre embutido cinco (5) centímetros como mínimo en el interior del

hormigón. Los agujeros practicados por estos motivos se rellenarán con mortero de igual calidad al empleado en el hormigón, inmediatamente después de quitar el encofrado dejando una superficie lisa.

Las juntas de los encofrados serán lo bastante estancas para impedir los escapes de mortero y de cantidades excesivas de agua. No se admitirán en los plomos y alineaciones de los paramentos errores mayores de dos (2) centímetros, y en los espesores y escuadras de muros y pilas solamente una tolerancia del uno (1) por ciento en menos y del dos (2) por ciento en más, sin regruesados, para salvar estos errores.

Los encofrados de madera se humedecerán Antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de manera que se permita su libre entumecimiento sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

Tanto las superficies interiores de los encofrados como los productos desencofrantes que a ellas puedan aplicarse, deberán estar exentos de sustancias perjudiciales para el hormigón.

Las juntas se rellenarán con madera o masilla; el empleo de arcilla o yeso no está permitido. Tampoco podrá utilizarse la creta, los lápices grasos y los productos que destiñan.

El Contratista propondrá a la aprobación de la Dirección de las Obras el sistema de encofrados que desea utilizar en las distintas partes de las obras.

Los separadores utilizados para mantener la armadura a la distancia del paramento especificada en el proyecto, podrán ser de plástico o de mortero. En el caso de utilizar dados de mortero, se adoptarán durante la fase de hormigonado, las precauciones necesarias para evitar que aparezcan manchas de distinto color en la superficie.

Se deberá utilizar encofrado para aquellas superficies con inclinación mayor de veinticinco (25) grados, salvo modificación expresa por parte de la Dirección de Obra.

#### **2.11.2.4 Desencofrado**

Ningún elemento de obra podrá ser desencofrado Antes de que el hormigón haya endurecido suficientemente y que la Dirección de Obra de su autorización.

Los costeros y fondos del encofrado, así como los apeos, deberán retirarse sin producir sacudidas.

El plazo de retirada del encofrado depende de la evolución del endurecimiento del hormigón, y por consiguiente del tipo de cemento, de la temperatura, de la clase de esfuerzos a que esté sometido el elemento de obra, etc. Como mínimo para los elementos estructurales importantes el plazo de desencofrado será de siete (7) días.

El Contratista no tendrá derecho a reivindicación alguna sobre las disminuciones de rendimiento motivadas por el plazo de desencofrado.

#### **2.11.2.5 Medición y abono**

El encofrado se medirá por los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente encofrada, medido sobre los planos de construcción, y según las especificaciones de los planos del Proyecto y será de abono según los precios reflejados en el cuadro de precios N° 1.

No obstante, pueden estos formar parte de una unidad descompuesta en cuyo caso no se procederá al abono de esta unidad, sino a lo indicado por el cuadro de precios N° 1 en la que está incluida.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

El precio incluye andamiaje, puntales y sujeciones, elementos auxiliares, tapones estancos para pasamuros de apriete de chapas, berenjenos, producto desencofrante y limpieza, renovación de

paneles cuantas veces sea necesario, compensaciones metálicas, recubrimiento con cartón piedra o chapa de zinc para dejar acabado visto y p.p. de sellado de juntas de encofrado con poliuretano, silicona o burlete que impida las pérdidas de lechada durante el hormigonado, incluso p.p. de encofrados localizados especiales de pasamuros, piezas singulares, etc.

El cimbrado de elementos estructurales se medirá por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos entre el paramento inferior de la obra y la proyección en planta de la misma, y se abonará mediante la aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios.

### **2.11.3 Armaduras de acero**

#### **2.11.3.1 Definición**

Se define como armaduras de acero a emplear en hormigón, el conjunto de barras de acero que se colocarán en el interior de la masa de hormigón para colaborar con éste a resistir las sollicitaciones a que está sometido.

#### **2.11.3.2 Materiales**

##### – Condiciones Generales

El acero especial a emplear en armaduras cumplirá las condiciones exigidas en la vigente instrucción del hormigón (EHE-08) y su calidad se adaptará a las prescripciones de la Instrucción citada.

El acero será del tipo B 500S.

El alambre que se ha de emplear para el atado de las armaduras, tendrá un coeficiente mínimo de rotura a tracción de treinta y cinco (35) kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento mínimo de rotura del cuatro (4) por ciento de su longitud.

##### – Transporte y almacenamiento

Para el transporte de aceros de diámetros hasta  $d = 10$  mm. podrán utilizarse rollos de un diámetro mínimo interior de 50 d.

Los aceros con diámetro superior a 10 mm. se suministrarán sin curvatura alguna, o bien dobladas ya en la forma precisa para su colocación.

Las barras de acero especial se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva ni puedan mancharse de grasa, aceites o sustancias análogas que perjudiquen su adherencia al hormigón. Por otra parte, las barras se almacenarán ordenadas por diámetros con objeto de evitar confusiones en su empleo.

##### – Ensayos

Se harán los ensayos de control correspondientes al nivel "normal" de acuerdo con la vigente instrucción del hormigón excepto cuando los Planos indiquen lo contrario.

##### – Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos y Prescripciones Técnicas Particulares.

#### **2.11.3.3 Ejecución de las obras**

La preparación, ejecución y colocación de las armaduras en obra cumplirán las condiciones exigidas en la vigente Instrucción del hormigón (EHE-08).

Las barras deberán distribuirse de manera que el número de empalmes sea mínimo, y en cualquier caso el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra los correspondientes planos de despiece.

Salvo otras instrucciones que consten en los planos, el recubrimiento mínimo de las armaduras será el siguiente:

- Paramentos en contacto con tierras, sin impermeabilizar 4.0 cm.
- Paramentos en contacto con el agua 4.0 cm.

Caso de tratar las superficies vistas del hormigón por abujardado o por cincelado, el recubrimiento de la armadura se aumentará en 1 cm. Este aumento se realizará en el espesor de hormigón sin variar la disposición de la armadura.

Los espaciadores entre las armaduras y los encofrados, serán de hormigón suficientemente resistente, con alambre de atadura empotrado en él, o bien de otro material adecuado. Las muestras de los mismos se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra Antes de su utilización, y su coste se incluye en los precios unitarios de la armadura.

En cruce de hierros y zonas críticas, se prepararán con antelación planos exactos a escala de las armaduras y de los distintos redondos que se entrecruzan.

La Dirección de Obra examinará la armadura y dará su aprobación, por escrito, Antes de que se proceda al hormigonado.

Cuando las armaduras a emplear, excedan en longitud a las normales del mercado, el Contratista estará autorizado a utilizar empalmes sancionados por la práctica, previa aprobación de la Dirección de Obra, debiendo presentar oportunamente la modificación correspondiente al plano de armaduras.

La operación del doblado de las armaduras se realizará en frío y a velocidad moderada, por medios mecánicos, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Se seguirán en cualquier caso las indicaciones del artículo 66 de la vigente Instrucción (EHE-08).

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial para su conservación y posterior adherencia al hormigón. La Dirección de Obra autorizará la disposición de los empalmes de las armaduras si se van a realizar en lugares distintos a los indicados en los planos de proyecto, procurando que queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga. En cualquier caso, se seguirá siempre lo indicado en la vigente Instrucción (EHE-08).

#### Tolerancias

Tolerancias en el corte de armaduras:

Longitud de corte (siendo L la longitud básica).

	<b>Desviación permitida</b>
$L \leq 6 \text{ m}$	$\pm 20 \text{ mm}$
$L > 6 \text{ m}$	$\pm 30 \text{ mm}$

Tolerancias en el doblado:

Dimensiones de forma.

	<b>Desviación permitida</b>
$L \leq 0.5 \text{ m}$	$\pm 10 \text{ mm}$
$0.5 \text{ m} < L \leq 1.50 \text{ m}$	$\pm 15 \text{ mm}$
$L > 1.50 \text{ m}$	$\pm 20 \text{ mm}$

Tolerancia en la colocación:

a) Recubrimientos: se permitirá una desviación en menos de cinco (5) mm, y una desviación en más en función de h, siendo h el canto total del elemento definido.



Desviación permitida	
$h \leq 0.50$ m	$\pm 10$ mm
$0.50$ m $< h \leq 1.50$ m	$\pm 15$ mm
$1.50$ m	$\pm 20$ mm

b) Distancia entre barras: se permitirá la siguiente desviación entre barras paralelas consecutivas (siendo L la distancia básica entre las superficies de las barras).

Desviación permitida	
$L \leq 0.05$ m	$\pm 5$ mm
$0.05 < L \leq 0.20$ m	$\pm 10$ mm
$0.20$ m $< L < 0.40$ m	$\pm 20$ mm
$L > 0.40$ m	$\pm 30$ mm

c) Desviación en el sentido del canto o del ancho del elemento de cualquier punto del eje de la armadura o vaina (siendo L el canto total o el ancho total del elemento en cada caso).

Desviación permitida	
$L \leq 0.25$ m	$\pm 10$ mm
$0.25 < L \leq 0.50$ m	$\pm 15$ mm
$0.50$ m $< L < 1.50$ m	$\pm 20$ mm
$L > 1.50$ m	$\pm 30$ mm

#### 2.11.3.4 Control de calidad

El control de calidad de los materiales será el correspondiente a Nivel Normal que se indica en el artículo 90.3 de la Instrucción (EHE-08).

No podrán utilizarse partidas de acero que no lleguen acompañadas del certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, según lo prescrito en los artículos 31 y 32 de la vigente Instrucción (EHE-08).

En caso de que alguna de las barras de acero que constituyan la armadura vaya a ser objeto de soldadura, el fabricante indicará y garantizará las condiciones y procedimientos en que aquella ha de realizarse. La aptitud del acero para la soldadura se comprobará de acuerdo con lo indicado en el apartado 4 del artículo 90 de la (EHE-08).

Cuando sea necesario la Dirección de Obra, ampliará el número de ensayos previstos, efectuando siempre los nuevos ensayos sobre aceros que procedan de la misma partida que aquellos cuyo ensayo no haya resultado satisfactorio. En caso de que esto no sea posible, decidirá qué medidas deben adoptarse.

En el caso de que se registre algún fallo en los ensayos de control de una partida de acero que haya sido colocada en alguna parte de la obra, la Dirección de Obra analizará la repercusión que este fallo pueda tener en el comportamiento resistente de la estructura y en la disminución de la seguridad prevista. En base a ello, adoptará las medidas que estime más convenientes.

Asimismo, si se prevé que la armadura, desde su confección hasta la puesta en obra del hormigón, va a estar a la intemperie, se tomarán las medidas adecuadas para evitar la oxidación y que se manchen de grasa, pintura, polvo o cualquier sustancia que pueda perjudicar su buena conservación o posterior adherencia al hormigón.

#### 2.11.3.5 Medición y abono

Las armaduras de acero a emplear en el hormigón se medirán por el peso en kilogramos, deducido de los planos de Construcción por medición de su longitud, empleando los pesos unitarios teóricos correspondientes a los distintos diámetros empleados de acuerdo al Cuadro de Precios N° 1.

Los empalmes, recortes, tolerancias siderúrgicas, despuntes, etc., se considerarán incluidos en dicha longitud, a efectos de abono, que se realizará a los precios establecidos en el Cuadro de Precios N° 1, para el kilogramo de acero en redondos corrugado para armar, del tipo B-500-S, que incluye la adquisición, transporte, ferrallado, colocación, separadores, calzos, ataduras, pérdidas por recortes y despuntes. etc. No obstante, estos formar parte de una unidad descompuesta en cuyo caso no se procederá al abono descompuesto, sino a lo indicado por el cuadro de precios N° 1 de la partida o unidad que componen.

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

#### **2.11.4 Bloques de hormigón.**

##### **2.11.4.1 Definición y ámbito de aplicación.**

Bloques de hormigón para muros y cerramientos serán elementos prefabricados de hormigón en masa de forma sensiblemente ortoédrica, usados en la construcción de muros o tabiques.

##### **2.11.4.2 Normativa técnica aplicable.**

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción y EHE-08.

Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este Pliego, cumplirán las de la vigente «Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08».

##### **2.11.4.3 Clasificación.**

Según la forma los bloques se clasifican en:

- Bloque macizo, pieza de forma paralelepípedica rectangular.
- Bloque hueco, pieza de forma paralelepípedica rectangular, con perforaciones uniformemente repartidas de eje normal al plano de asiento y de volumen inferior a los dos tercios (2/3) del volumen total del bloque.
- Bloques especiales, piezas de forma diversas usadas en la formación de esquinas, ángulos, huecos, dinteles, pilares, etc.

Según la densidad aparente los bloques se clasifican en:

- Bloque normal, cuya densidad aparente es superior a 1.900 Kg/m<sup>3</sup>.
- Bloque semiligero, cuya densidad está comprendida entre 1.300 y 1.900 Kg/m<sup>3</sup>.
- Bloque celular, cuya densidad aparente es igual o menor a 800 Kg/m<sup>3</sup>.

##### **2.11.4.4 Condiciones generales.**

Los bloques no presentarán grietas, fisuras ni eflorescencias, en el caso de bloques para cara vista no se admitirán coqueras, desconchones ni desportillamientos. La textura de las caras destinadas a ser revestidas será lo suficientemente rugosa como para permitir una buena adherencia del revestimiento.

##### **2.11.4.5 Materiales.**

Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón cumplirán las condiciones exigidas en la vigente «Instrucción de Hormigón Estructural EHE». además de las que se fijan en este Pliego.

Los áridos se dosificarán en un mínimo de tres (3) tamaños y el mayor no cabe exceder de la mitad del espesor mínimo de las paredes de la pieza.

Los cementos aluminosos no se usarán cuando los bloques hayan de ser curados al vapor o en autoclave.

La resistencia a compresión del hormigón constitutivo de los bloques será, según sea la resistencia a compresión del bloque, la que figura en la tabla siguiente:

Resistencia mínima a compresión en Kp/cm <sup>2</sup>	
Del bloque	Del hormigón
160	320
120	240
100	200
80	160
60	120
40	80

#### 2.11.4.6 Características.

##### Características geométricas.

Las dimensiones modulares, en centímetros, que se adoptarán serán las siguientes:

- Longitud: 40; 50; 60
- Altura: 20; 25; 30
- Espesor: 7; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30

Las dimensiones nominales de fabricación resultarán de deducir de las dimensiones modulares el valor de un centímetro (1 cm) correspondiente a las juntas o revestimiento.

Las tolerancias admitidas, sobre las dimensiones de fabricación, se especificarán en la tabla siguiente:

Dimensión	Tolerancias (mm.)
Longitud	+3, - 5
Altura	+3, - 5
Espesor	+4, - 4

El valor máximo admisible de la tangente del ángulo diedro que difiera del ángulo recto en cualquier arista será de dos centésimas (0.02).

La flecha máxima admisible, a efecto de la planeidad de las caras, será de cinco milímetros (5 mm). Para bloques cara vista la flecha máxima admisible será el uno por ciento (1%) de la longitud nominal de la diagonal correspondiente.

La flecha máxima admisible, a efectos de rectitud de las aristas, será de cinco milímetros (5 mm) y del uno por ciento (1%) de la longitud de las aristas para los bloques de cara vista.

##### Características físicas.

La masa de los bloques no será superior a veinticinco kilogramos (25 Kg).

La absorción de agua de los bloques de edad comprendida entre uno y dos meses, será menor o igual que el tres por ciento (3%).

##### Características mecánicas.

Todo bloque tendrá asociado un valor de resistencia mínima a compresión, referido a su sección bruta o de fabricación, que coincidirá con alguno de los valores de la serie, expresados en kilopondios por centímetro cuadrado: 40; 60; 80; 100; 120; 160 kp/cm<sup>2</sup>

La resistencia a compresión deberá medirse a los 28 días de edad o en el momento de la recepción en obra, si ésta tuviera lugar Antes de los veintiocho días de su fabricación.

#### **2.11.4.7 Recepción.**

Los ensayos de recepción según utilización del material con tamaño del lote igual a 5,000 bloques o fracción por tipo conforme a RB-90, serán los siguientes:

- Ensayos 1 a 5: Con carácter general como control previo según RB-90.
- Ensayo 6: En caso de fábrica resistente.
- Ensayos 7, 8 y 9: Ubicados en fachadas y separadores elementos comunes.
- Ensayo 9: En división de distintos sectores de incendios o utilización en revestimientos de estructuras.

<b>CARACTERÍSTICAS A DETERMINAR MEDIANTE EL ENSAYO</b>	<b>NORMAS DE ENSAYO</b>	<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>
1. Dimensiones y comprobación de la forma	UNE 41167	6 piezas
2. Sección bruta. Sección neta e índice de macizo	UNE 41168	3 piezas
3. Absorción de agua.	UNE 41180	3 piezas
4. Succión.	UNE 41171	3 piezas
5. Peso medio y densidad media.	RB-90	6 piezas
6. Resistencia a la compresión.	UNE 41172	6 piezas
7. Resistencia térmica.	UNE 92204	10 m2
8. Aislamiento acústico.	UNE 74040-3P	10 m2
9. Resistencia al fuego.	UNE 23093	10 m2

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de las condiciones exigidas, su recepción podrá realizarse comprobando únicamente sus características aparentes.

#### **2.11.4.8 Medición y abono.**

La medición y abono de este material se realizará por m2 de acuerdo con lo indicado en el Cuadro de Precios nº1.

#### **2.11.5 Viguetas de hormigón**

##### **2.11.5.1 Generalidades.**

Las viguetas serán prefabricadas de hormigón armado o pretensado autorresistente o semirresistentes según cada caso.

La marca de fabricación de las viguetas de hormigón armado y/o pretensado, deberá estar en posesión del Sello (homologado por el MOPT con fecha de 20 de enero de 1.981, según lo dispuesto en la orden de 12 de Diciembre de 1.977 y renovado anualmente) de conformidad CIETAN, en la fecha de la firma del contrato.

Asimismo, las armaduras básicas empleadas en las viguetas armadas y/o pretensadas deberán estar en posesión del Certificado de Aptitud de Armaduras básicas (C.A.B.) homologadas por el MOPT.

Cada vigueta que se reciba en obra llevará indeleblemente marcado en sitio visible el nombre del sistema, la designación de su tipo, que corresponde a las características mecánicas garantizadas en la ficha de características, y la fecha de fabricación. Las viguetas que requieran especiales condiciones de colocación, como las que tienen un voladizo, llevarán marcadas las precisas indicaciones para colocarlas correctamente.

Las viguetas tendrán en sus extremos las armaduras salientes, para incluirse en las cadenas sobre los muros o en las vigas que se haya especificado en los planos de estructura para el debido arriostramiento de la construcción.

En la recepción de las viguetas se comprobará las dimensiones y las armaduras de las viguetas. Cuando el Director de las Obras lo ordene se encargará un ensayo a flexión de viguetas que se tomen como muestras, para comprobar que sus características mecánicas cumplen los valores garantizados por el fabricante en la ficha de características.

Si el sistema es de viguetas adosadas, de sección tubular o doble T de alas anchas, la unión entre viguetas con mortero, o por el método definido en la ficha de características, se realizará cuidadosamente.

En otro caso, el entrevigado se realizará con piezas de cerámicas, de mortero o de otra clase, especificadas, las cuales es preceptivo que tengan una resistencia en vano no inferior a 100 Kg., medida como se establece en el artículo correspondiente.

Serán de obligado cumplimiento la normativa:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjado unidireccionales de hormigón armado o pretensado (EF-96), R.D. 2608/1996, de 20 de diciembre (BOE nº 19 de 22/01/97).

### **2.11.5.2 Medición y abono**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forma parte, o en su defecto la definida en el cuadro de precios nº1.

### **2.11.6 Losas, vigas y elementos prefabricados**

#### **2.11.6.1 Definición**

Esta unidad se refiere a todos aquellos elementos de hormigón empleados en la Obra, fabricados en instalaciones fijas, y transportados y suministrados posteriormente a pie de obra, para su colocación y montaje in situ.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Preparación y comprobación de las superficies de apoyo en obra.
- Suministro y transporte a la obra del elemento prefabricado.
- Montaje y perfecta nivelación.
- Relleno y sellado, de fraguado rápido, y alta adherencia, tipo “grout” o similar, para la unión de piezas prefabricadas, en su caso.

#### **2.11.6.2 Condiciones generales**

El fabricante ha de garantizar que los elementos cumplan las características exigidas en el Proyecto.

Las formas, cuantías y detalles de los diferentes elementos prefabricados serán los indicados en los planos. No se admitirá, salvo decisión expresa por parte de la Dirección de la Obra, ninguna modificación de las formas que afecte a la apariencia externa de la obra tal y como se define en los planos. Cualquier otra modificación de las cuantías, resistencias de los materiales, detalles o proceso constructivo definidos en Proyecto podrá someterse por parte del Contratista a la aprobación de la Dirección de la Obra, siempre que esté justificada técnicamente y no suponga menoscabo alguno en la calidad y durabilidad de la obra.

La justificación técnica y económica de estos elementos ha de ser aprobada por la Dirección de la Obra.

El contratista ha de someter a la aprobación de la Dirección de la Obra el plan de montaje en el que se ha de indicar el método y los medios auxiliares previstos.

La Dirección de la Obra ordenará la toma de muestras de materiales para su ensayo, y la inspección de los procesos de fabricación, realizándose las correspondientes visitas a las plantas de prefabricación, siempre que lo considere necesario.

Los elementos prefabricados se almacenarán en obra en su posición normal de trabajo, sobre apoyos de suficiente extensión y evitando el contacto con el terreno o con cualquier producto que los pueda manchar o deteriorar.

Los elementos prefabricados no deben presentar rebabas que sean indicio de pérdidas graves de lechada, ni más de tres coqueras en una zona de diez decímetros cuadrados ( $0,1 \text{ m}^2$ ) de paramento, ni coquera alguna que deje vistas las armaduras.

Tampoco presentarán superficies deslavadas o aristas descantilladas, señales de discontinuidad en el hormigonado, o armaduras visibles.

La Dirección de la Obra podrá ordenar la comprobación de las características mecánicas sobre un cierto número de elementos.

### **2.11.6.3 Condiciones del proceso de ejecución**

#### **a) Condiciones generales**

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan piritas u otro tipo de sulfuros. Se emplearán áridos procedentes de roca caliza preferentemente.

Limitación de tamaño: El tamaño máximo del árido utilizado no excederá del menor de los dos límites siguientes:

- Un medio del espesor mínimo de la pieza que se hormigona.
- Los cinco sextos de la distancia horizontal libre entre armaduras independientes o entre éstas y los costeros del molde, si es que dichas aberturas tamizan el vertido del hormigón.

Se admite que el diez por ciento (10%) en peso del árido utilizado sea de tamaño superior al anteriormente citado.

Almacenamiento: Con el fin de evitar el empleo de áridos excesivamente calientes durante el verano, o saturados de humedad en invierno o en época de lluvia, se recomienda almacenarlos bajo techado, en recintos convenientemente protegidos y aislados.

Empleo de áridos calientes: Cuando el hormigonado se realice en ambiente frío con riesgos de heladas, podrán utilizarse áridos previamente calentados. En estos casos se tendrá en cuenta lo establecido al hablar del empleo de agua caliente.

Información que debe suministrar el fabricante de las armaduras: Cada rollo llevará una etiqueta en la que figurarán los datos siguientes:

Nombre del fabricante.

Número del rollo.

Número de la colada.

Tensión y carga de rotura garantizada.

#### **b) Materiales a emplear**

En particular, para los materiales empleados en los elementos prefabricados son de aplicación las siguientes especificaciones que recogen básicamente las indicaciones de la Instrucción EHE-08.

#### **CEMENTO**

Cementos utilizables: El conglomerante empleado en la fabricación de los elementos objeto de estas recomendaciones cumplirá las condiciones establecidas en la vigente "Instrucción para la

recepción de cementos (RC-16)", y será necesariamente de la clase CEM I 42,5. No se utilizarán mezclas de cemento de distintas procedencias ni, a ser posible, mezclas de distintas partidas, aunque sean de la misma procedencia.

#### AGUA

Aguas utilizables: Como norma general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado, como para el curado del hormigón destinado a la fabricación en taller de todas las aguas que, empleadas en casos análogos, no hayan producido eflorescencias ni originado perturbaciones en el proceso de fraguado y endurecimiento de los hormigones con ellas fabricados.

Expresamente se prohíbe el empleo de agua de mar. Empleo de agua caliente: Cuando el hormigonado se realice en ambiente frío, con riesgo de heladas podrá utilizarse para el amasado, sin necesidad de adoptar precaución especial alguna, agua calentada hasta una temperatura de 40° C.

Cuando, excepcionalmente, se utilice agua calentada a temperatura superior a la Antes indicada, se cuidará que el cemento, durante el amasado, no entre en contacto con ella mientras su temperatura sea superior a los 40° C.

#### ÁRIDOS

Normalmente se emplearán dos tipos de árido, arena y grava. Se entiende por "arena" o "árido fino", el árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla y por "grava" o "árido grueso" el que resulte retenido por dicho tamiz.

**Condiciones generales:** La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón. En elementos estructurales se exige que los áridos provengan del machaqueo de rocas.

#### ADITIVOS

Podrá autorizarse el empleo de todo tipo de aditivos siempre que se justifique que la sustancia agregada en las proporciones previstas y disueltas en agua, produce el efecto deseado sin perturbar las demás características del hormigón.

En los hormigones destinados a la fabricación de elementos pretensados no podrán utilizarse, como aditivos, el cloruro cálcico, cualquier otro tipo de cloruro ni, en general, acelerantes en cuya composición intervengan dichos cloruros u otros compuestos químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

#### ARMADURAS PASIVAS

Todas las armaduras pasivas de las piezas prefabricadas presentarán un límite elástico característico igual o superior a quinientos Newtons por milímetro cuadrado (500 N/mm<sup>2</sup>).

Cumplirán lo especificado para ellas en la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), para el acero B-500S.

Se emplearán exclusivamente armaduras pasivas cuyo fabricante esté en posesión del sello CIETSID.

Las armaduras destinadas a ser soldadas a chapas serán de acero natural y sufrirán las pruebas de aptitud para soldeo fijadas en la norma EHE-08.

Se evitará en lo posible el contacto directo de las armaduras con el suelo.

#### ARMADURAS ACTIVAS

Se entiende por armadura activa, la de acero de alta resistencia, mediante la cual se introduce la fuerza del pretensado. Sus elementos constituyentes pueden ser: alambres, barras y cordones.

Las características mecánicas de estos elementos se ajustarán a las especificaciones definidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. La relajación a las mil (1.000) horas, según se

define en la citada Instrucción, no será superior al dos por ciento (2%) para alambres y cordones, ni al tres por ciento (3%) para las barras de pretensado, bajo garantía certificada por el fabricante.

c) Proceso de fabricación

#### COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS ACTIVAS

Uniformidad: Se recomienda que todas las armaduras de acero especial colocadas en una misma línea de moldes sean de la misma procedencia, tipo, grado y diámetro. Esta recomendación adquiere carácter de obligatoriedad en el caso de tesado simultáneo de las armaduras.

Estado de la superficie de las armaduras: Las armaduras se colocarán limpias de grasa, óxido no adherido, o de cualquier otra sustancia que pueda perjudicar su adherencia con el hormigón, debiendo rechazarse todas aquellas en las que se aprecien síntomas de corrosión.

En particular se prohíbe el uso de alambres que presenten jaboncillo de trefilación en su superficie, a menos que utilice un método eficaz de limpieza Antes de su colocación.

No se colocarán armaduras en cuya superficie aparezcan defectos de trefilado, tales como rayas longitudinales o grietas transversales.

#### COLOCACIÓN DE ARMADURAS PASIVAS

Las armaduras pasivas, sin pretensar, se colocarán cumpliendo las prescripciones de la Instrucción EHE-08. Dejando, en su caso, la armadura saliente necesaria para el solape por soldadura, que habrá de realizarse "in situ" al disponer la correspondiente armadura.

#### TESADO DE LAS ARMADURAS ACTIVAS

Tensión de tesado: Para alcanzar esta tensión se someterán los alambres o cables a un esfuerzo gradualmente creciente de tracción, sin sacudidas ni tirones bruscos.

Con el fin de comprobar la calidad de las armaduras y disminuir las pérdidas de tensión por relajación y eventuales rozamientos del acero, se autoriza a someter al principio los alambres o cables transitoriamente, a una tensión de prueba comprendida entre el ciento diez por ciento (110%) y el ciento quince por ciento (115%) de la tensión de tesado definitivo, sin superar los valores fijados en la EHE-08.

Una vez efectuada esta primera maniobra, se reducirá el esfuerzo, fijándose los alambres en el clavijero cuando se recupere la tensión prescrita.

#### HORMIGONADO

Las distintas clases de hormigón a utilizar en los elementos prefabricados se especifican en los planos.

Métodos de dosificación: La dosificación de los distintos materiales que componen el hormigón se hará preferiblemente en peso, admitiéndose también procedimientos automáticos en volumen, siempre que se cumplan las condiciones prescritas en el apartado correspondiente de la norma EHE-08.

#### VIBRADO

Obligatoriedad del vibrado: La consolidación del hormigón se hará utilizando vibradores.

Entre ellos se consideran incluidas las mesas vibratorias y las baterías con vibración de todo el conjunto.

Condiciones de vibrado: Salvo aprobación expresa de la Dirección de la Obra, la vibración será siempre externa aplicada sobre el molde metálico. La vibración interna o de superficie será siempre de complemento de la externa.

Con el fin de evitar la separación de los componentes del hormigón, o disgregación de la masa, la operación de vibrado no deberá prolongarse excesivamente.



## CURADO

Curado inicial: Se recomienda que, a partir de las primeras horas después del hormigonado, se recubra la cara superior de las piezas con arpilleras humedecidas que no sean de esparto.

Pasadas 24 horas se procederá a regar las piezas para impedir la evaporación. Curado al vapor: El empleo del curado a vapor queda condicionado a que se justifique adecuadamente el proceso de ejecución y los materiales empleados. Puede comenzarse este proceso a las dos horas de vibrada la masa, elevándose la temperatura, a partir de este momento, de forma gradual hasta alcanzar la temperatura límite. Esta temperatura límite podrá mantenerse constante durante cierto tiempo, finalizado el cual se hará descender la temperatura, de forma continua, hasta llegar a la temperatura ambiente.

### d) Planos de taller y montaje

La realización en taller se llevará a cabo de conformidad con los cálculos, Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, según los cuales la Empresa fabricadora preparará los planos de taller precisos para la ejecución de las piezas.

Estos planos de taller se someterán a la Dirección de la Obra para su aprobación definitiva, Antes de dar comienzo a la fabricación en taller. La aprobación de los mismos no exime de la responsabilidad que pudieran contraer por errores existentes.

### e) Transporte y montaje

La superficie de apoyo de los elementos prefabricados sobre los vehículos de transporte, deberá configurarse de tal forma que se excluya con toda seguridad cualquier daño en los mismos durante la carga y descarga y durante el transporte.

## 2.11.6.4 Medición y abono

Se abonarán de acuerdo al Cuadro de Precios nº1.

En el caso de arquetas o casetas prefabricadas se abonarán por ud. completamente terminada.

En el caso de paneles, cobijas o losas prefabricadas el abono se realizará por m<sup>2</sup>.

En los precios anteriores están incluidos todos los materiales y operaciones hasta la total terminación de las unidades de obra, incluso las excavaciones, rellenos, hormigón necesario en cama de asiento y recubrimiento y acabado.

En los forjados o placas alveolares están incluidos todos los materiales, operaciones y medios auxiliares necesarios para realizarlos. Se incluye en la unidad la parte correspondiente a suministro a obra, montaje y colocación de negativos y hormigonado de la capa de compresión., incluyendo el posterior curado o riego con agua, así como la ejecución de las juntas de dilatación.

La completa definición de todas y cada uno de los forjados tanto en lo referente a cálculos como a planos deberán hacerse con anterioridad a su ejecución. Todo ello se someterá a la aprobación del Ingeniero Director de la Obra.

Las vigas y pilares prefabricados en ambientes agresivos incluirán el acabado pintado REI-120.

El Contratista someterá a la aprobación del Director un Plan de montaje en el que se indique el método y los medios auxiliares previstos.

Las piezas acopiadas a pie de obra y dispuestas para el montaje, serán examinadas una por una, rechazándose todas aquellas que, por haber sufrido malos tratos en el transporte, presenten fisuras, desconchones o resquebrajamientos que afecten a su resistencia, durabilidad o estética.

Para el montaje de los elementos estructurales pesados podrán utilizarse grúas fijas o móviles, grúas-pórtico y otros. No se permitirá el uso de cables grúa (blondines) para la colocación de las piezas prefabricadas en su ubicación definitiva; únicamente podrán utilizarse para el transporte a una próxima.

## **2.12 CIMENTACIONES PROFUNDAS**

### **2.12.1 Pilote prefabricado**

#### **2.12.1.1 Definición**

Este artículo hace referencia a pilotes de cimentación prefabricados de hormigón armado, elaborados en fábrica y puestos en obra por medio de impacto, vibración, presión u otras técnicas adecuadas.

En el cálculo, fabricación, control e hincado de este tipo de pilotes deberá cumplirse lo especificado por las siguientes normas e instrucciones: UNE-EN 12794:2006+A1:2008 “Productos prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.”, UNE-EN 12699:2016 “Realización de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes de desplazamiento”, Norma Tecnológica NT-CPP: “Cimentaciones: Pilotes prefabricados”, el Código Técnico de la Edificación DB SE-C: “Cimientos”, y la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se definen como cimentaciones por pilotes hincados a percusión, las realizadas mediante hincas en el terreno, por percusión sobre su cabeza, sin rotación. La profundidad de hincado del pilote habrá de ser igual o mayor que ocho (8) veces la dimensión mínima del mismo.

También se considera el pilote cuya hincas se efectúa por vibración, y en el que se comprueba el rechazo final con tres (3) andanadas de hincas por percusión.

#### **2.12.1.2 Materiales**

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Además de lo expuesto en este artículo se estará a lo indicado en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), e Instrucción para la Recepción de Cementos.

El tipo de hormigón a emplear será el fijado en el Proyecto. En cualquier caso, la dosificación de cemento no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m<sup>3</sup>), y el tamaño máximo del árido grueso no será superior a veinticinco milímetros (25 mm). La resistencia característica a compresión a veintiocho días (28 d) no será inferior al mayor de entre los dos valores siguientes: treinta megapascuales (30 MPa) o el valor mínimo que especifique la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) para una pieza de las características de que en cada caso se trate.

En la ejecución de los pilotes se emplearán encofrados metálicos, suficientemente robustos para que las caras del pilote queden bien planas y lisas. El hormigonado se hará de una sola vez y sin interrupciones. Se cuidará especialmente que las armaduras queden bien fijas; de modo que el recubrimiento sea el especificado en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), en el Proyecto y, en todo caso, superior a dos centímetros y medio (2,5 cm), materializándose éste mediante la disposición de separadores. La compactación del hormigón se hará por vibración.

La playa o plataforma sobre la cual se hormigonan los pilotes estará pavimentada con hormigón perfectamente liso y plano. Se comprobará que la resistencia del terreno es tal que no puedan producirse asientos que originen esfuerzos superiores a los que pueda resistir el pilote durante su período de endurecimiento. Esto habrá que tenerlo especialmente en cuenta cuando se hormigonan varias capas de pilotes superpuestas, y la carga producida sobre el terreno pueda llegar a ser importante.

Las superficies de hormigón que puedan quedar en contacto con el pavimento de la plataforma, tales como las de la cara inferior de los pilotes, se pintarán con sustancias separadoras

adecuadas, o se interpondrá una capa de papel, de modo que no sean precisos esfuerzos adicionales para arrancar los pilotes de su lugar de hormigonado.

Si la sección es poligonal se dispondrá, como mínimo, una (1) barra de armadura longitudinal en cada vértice. Si la sección es circular se repartirán uniformemente en el perímetro, con un mínimo de seis (6). En cualquier caso serán de una sola pieza. El empalme, cuando fuera necesario, se hará mediante soldadura y no coincidirá más de un (1) empalme en la misma sección transversal del pilote.

En los pilotes de hormigón armado, sin pretensar, la armadura longitudinal tendrá una cuantía respecto al área de la sección transversal del pilote no menor del uno con veinticinco por ciento (1,25 por 100) y el diámetro de las barras no será menor de doce milímetros (12 mm).

La armadura transversal tendrá una cuantía no menor del cero con dos por ciento (0,2 por 100) respecto al volumen del pilote, en toda su longitud, y su diámetro no será menor de seis milímetros (6 mm). En punta y cabeza, y en una longitud no menor de tres (3) veces el diámetro de la circunferencia que circunscribe a la sección transversal del pilote, se duplicará dicha cuantía.

La punta del pilote dispondrá de un azuche apuntado, o bien, en una longitud mínima de treinta centímetros (30 cm) estará protegida por una cazoleta o por pletina de acero.

Cada pilote se marcará, cerca de la cabeza, con un número de identificación, la fecha de su hormigonado, en su caso la de pretensado, y su longitud.

Se tomarán las precauciones usuales para un curado conveniente; el cual se prolongará lo necesario para que los pilotes adquieran la resistencia precisa para su transporte e hinca. Si los pilotes hubieran de ser hincados en terrenos agresivos, o quedar expuestos al agua del mar, el período de curado no podrá ser inferior a veintiocho días (28 d). En este caso los pilotes habrán de protegerse con una pintura protectora adecuada, debiendo estudiarse la necesidad de utilizar un cemento resistente a la clase de exposición de que se trate.

En la fabricación de pilotes de hormigón se tendrá en cuenta que éstos deberán ser capaces de soportar las operaciones de transporte, manejo e hinca de forma que no se produzcan roturas ni fisuras mayores de quince centésimas de milímetro (0,15 mm). No deberán tener una flecha, producida por peso propio, mayor de tres milésimas partes (0,003) de su longitud, ni pandeos locales superiores a un centímetro por metro (1 cm/m) de longitud de éste.

Si el pilote está constituido por varios tramos, los correspondientes empalmes se harán de forma que su resistencia no sea inferior a la de la sección normal del pilote y quede garantizada la perfecta alineación de los diversos tramos.

En pilotes de hormigón pretensado las tensiones de pretensado se definirán de forma que los pilotes puedan resistir los esfuerzos de manipulación, transporte e hinca, así como los de servicio.

### **2.12.1.3 Estudio de ejecución y programa de trabajos**

Estudio de ejecución del pilotaje.

Antes de iniciar la ejecución de los pilotes, y con una antelación suficiente, el Contratista presentará al Director de las Obras para su aprobación, un "Estudio de ejecución del pilotaje", firmado por técnico competente.

El "Estudio de ejecución del pilotaje" indicará en base a la información geológica y geotécnica del terreno, planos de la obra a ejecutar, sobrecargas a cota de cimentación, y posible presencia de edificaciones o servicios próximos que pudieran verse afectados por la obra, al menos:

El método de hinca a emplear.

El peso de la maza o martinete, en función del peso de los pilotes.

La altura de caída de la maza.

El rechazo a obtener al final de cada hinca.

El criterio para la definición de la profundidad a la que los pilotes deben llegar.

Relación ordenada de actividades a desarrollar.

Distribución por tajos de la obra de pilotaje.

Sistema de designación e identificación de pilotes.

Métodos previstos de apoyo a hinca (rehinca, lanza de agua, etc.).

Se incluirán en este documento, si así lo prescribe el Director de las Obras, el estudio de las medidas de protección de los pilotes indicadas en el apartado 670.2 de este artículo.

Programa de trabajos.

Este programa, que acompañará al "Estudio de ejecución del pilotaje", deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

Esquema de pilotaje, de acuerdo con lo establecido en el anterior apartado.

Cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades y tajos previstos en el "Estudio de ejecución del pilotaje".

Equipos de hinca. Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus características principales, y las máquinas de reserva de que se dispondrá en obra. El número y capacidad de los equipos será el adecuado para garantizar, con holgura, el cumplimiento del cronograma de trabajos.

#### **2.12.1.4 Equipo necesario para la ejecución de las obras**

Los equipos para la hinca de pilotes serán, por lo general, martinets provistos de mazas que golpean las cabezas de los pilotes, y de dispositivos de guía que aseguran que los pilotes no sufrarán desviaciones ni golpes descentrados que puedan provocar una hinca defectuosa o su rotura.

Las mazas empleadas pueden ser de caída libre, o bien de simple o doble efecto. El peso de las dos primeras estará proporcionado al peso del pilote ; siendo preferible que, en el caso de pilotes de madera o metálicos, el peso de la maza sea aproximadamente igual al del pilote, y no menor de la mitad (1/2) de éste. En el caso de pilotes de hormigón armado, deben emplearse mazas que pesen al menos la mitad (1/2) que el pilote ; en pilotes de longitud superior a treinta metros (30 m) podrá admitirse que el peso de la maza sea igual al necesario para una longitud de pilote de quince metros (15 m).

En la hinca de pilotes de hormigón armado o pretensado la altura de caída de la maza no deberá exceder, en condiciones normales, de un metro y veinticinco centímetros (1,25 m). Las mazas de doble efecto se emplearán siguiendo las instrucciones del Director de las Obras.

En todo caso el tipo de maquinaria a emplear y la forma de utilizar la misma vendrá recogida en el "Estudio de ejecución del pilotaje" que deberá haber aprobado el Director de las Obras según lo especificado en el apartado 670.3.1 de este artículo.

#### **2.12.1.5 Ejecución de las obras**

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

El Contratista adoptará un sistema lógico de designación de los pilotes que permita identificarlos en los esquemas o planos y en la obra. La identificación en la obra será mediante marcas o señales permanentes, de forma que, inequívocamente, se correspondan con el eje de su respectivo pilote.

El Contratista realizará y organizará los accesos, a los frentes de trabajo o tajos, instalaciones de maquinaria y almacenamiento de materiales, así como todos los medios auxiliares necesarios para la buena ejecución de los trabajos de pilotaje, según lo indicado en el "Estudio de ejecución del pilotaje" y aprobado por el Director de las Obras.

Durante la hinca, la cabeza de los pilotes de madera no precisará protección especial, siempre que lleve el aro de hierro ajustado en caliente al que se ha hecho referencia en el apartado 670.2.3 de este artículo.

Los pilotes de hormigón armado precisarán, en cambio, de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad, como madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado, o cualquier otro material análogo. El espesor de esta almohadilla no deberá ser excesivo, para no rebajar demasiado la eficacia del golpe de la maza.

La lanza de agua, o inyección de agua a presión inferior a un megapascal (1 MPa), durante la hinca, podrá emplearse en los casos en que sea difícil alcanzar la profundidad de hinca fijada en los planos por tener que atravesar capas de suelos granulares densos. La lanza de agua deberá emplearse tan sólo con autorización del Director de las Obras y se aplicará con presiones y caudales no excesivos, para evitar daños en construcciones o pavimentos vecinos.

El empleo de la lanza de agua se suspenderá cuatro metros (4 m) por encima de la profundidad prevista para la terminación de la hinca, que debe siempre acabarse por el procedimiento ordinario. También se suspenderá si el pilote empieza a torcerse, por producirse una perturbación excesiva del terreno.

Los pilotes prefabricados se hincarán hasta obtener el rechazo fijado en el Proyecto o "Estudio de ejecución del pilotaje" o bien hasta la profundidad especificada en los mismos. Salvo especificación en contra de estos documentos o del Director de las Obras, no se podrá proseguir la hinca, aunque no se hubiera llegado a la profundidad indicada, cuando el rechazo llegue a los valores prefijados, so pena de que la sollicitación producida por el impacto de la maza pueda dañar el pilote.

En el caso de hinca de grupos cerrados de pilotes, se comenzará hincando las filas centrales; siguiendo después hacia las exteriores. Se recomienda iniciar la hinca de un cinco por ciento (5 por 100) de los pilotes repartidos de modo uniforme por toda la obra, para conocer mejor la longitud y el rechazo real de hinca de cada zona.

El Contratista confeccionará un parte de hinca de cada pilote, en el que figurará, al menos:

Su posición.

Número de identificación.

Maza empleada.

Horas de comienzo y terminación de la hinca.

Longitud total hincada.

Rechazo obtenido en las últimas tres (3) andanadas de diez (10) golpes cada una, con la altura de caída correspondiente; o bien, si se trata de mazas de doble efecto, el número de golpes por minuto. En la prueba de rechazo se emplearán almohadillas o sombreretes nuevos.

Sombrerete empleado.

Cualquier incidente ocurrido durante la hinca.

Los pilotes que se hayan roto durante la hinca no serán aceptados. Serán particularmente sospechosos de haberse roto los pilotes que, habiendo llegado a dar un rechazo muy pequeño, comiencen súbitamente a dar un rechazo mucho mayor y aquellos que presenten inclinaciones anormales durante el proceso de hinca.

Los pilotes rotos podrán ser extraídos y sustituidos por otros hincados en el mismo lugar, si la extracción es completa. En otros casos, podrán ser sustituidos por uno o dos pilotes hincados en sus proximidades; variando, si conviene, la forma y armaduras del encepado. La sustitución será siempre sometida a la previa aprobación del Director de las Obras.

Los pilotes mal hincados, por falta de precisión en su posición o inclinación podrán ser sustituidos como un pilote roto o bien podrán ser aceptados a juicio del Director de las Obras modificando, en su caso, el encepado.

Si, por causa de una obstrucción subterránea, un pilote no pudiera hincarse hasta la profundidad especificada en Proyecto, el Contratista deberá intentar proseguir la hinca con los medios que prescriba el Director de las Obras, tales como rehinca o lanza de agua.

En el caso de que los pilotes hayan de ser recrecidos después de su hinca parcial, el hormigonado de la sección recrecida se hará con moldes que aseguren una alineación lo más perfecta posible entre las dos secciones. Las armaduras se empalmarán por solape o por soldadura a tope, debiendo emplearse esta última solución siempre que sea factible.

El período de curado de la sección recrecida no será menor de veintiocho días (28 d).

En el caso de pilotes compuestos por varias secciones que se vayan empalmando a medida que se hinquen, la resistencia del pilote no se considerará superior a la junta la cuál estará dispuesta de modo que asegure una perfecta alineación entre las diversas secciones.

Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas, acotando las áreas de trabajo.

Los pilotes se izarán suspendidos de forma que la carga sea estable y segura ; se tendrá en cuenta el viento existente cuando se realicen estas operaciones, que se suspenderán cuando el viento alcance una velocidad superior a los cincuenta kilómetros por hora (50 km/h).

Diariamente se revisará el estado de los dispositivos de manejo e hinca de los pilotes antes de comenzar los trabajos. Las tareas de guía del pilote serán realizadas mediante elementos auxiliares que permitan el alejamiento de trabajadores del mismo, en el momento de la hinca.

Los dispositivos de hinca deberán mantenerse, cuando no estén en uso, en posición tal que no puedan ponerse en movimiento fortuitamente para que no se produzcan caídas de la maza o de otros elementos de esta maquinaria de forma accidental.

La tarea de descabezado de los pilotes se realizará de forma que no se produzcan proyecciones de trozos o partículas de hormigón sobre personas próximas, o bien, se dispondrán los apantallamientos necesarios. Los trabajadores encargados del picado irán provistos de gafas, casco, mandil y botas de seguridad.

Después de la hinca, se demolerán las cabezas de los pilotes de hormigón armado, hasta dejarlas al nivel especificado; y, en todo caso, en una longitud suficiente para sanear todo el hormigón que pueda haber quedado resentido por el golpeo de la maza; estimándose esta longitud, cuando menos, en medio metro (0,5 m). La demolición se hará con cuidado, para no dañar el hormigón restante.

La sección saneada del pilote tendrá una longitud tal que permita una entrega en su encepado de al menos cinco centímetros (5 cm). La armadura longitudinal quedará descubierta, al menos cincuenta centímetros (50 cm).

En el caso de utilizar pilotes de prueba, deberán situarse en un punto lo más próximo posible al de los pilotes de trabajo, pero a una distancia mínima de la mitad (1/2) de su longitud. Durante su hinca se registrará el rechazo obtenido en cada andanada desde el comienzo de la operación.

Igualmente el Director de las Obras podrá, ordenar la rehinca de algunos pilotes de prueba, algún tiempo después de ejecutada la hinca primitiva.

En obras con más de veinte (20) pilotes, y en las de menos cuando así lo indique el Proyecto o el Director de las Obras, se utilizarán analizadores de hinca sobre algunos de los pilotes y se efectuarán pruebas de carga y ensayos de impedancia mecánica.

Al interpretar estos ensayos debe tomarse en consideración la posible existencia de juntas de unión.

Si los resultados de los ensayos anteriores revelaran posibles anomalías, el Director de las Obras podrá ordenar, bien la comprobación del diseño teórico del pilote, bien la realización de investigaciones complementarias, de cuya interpretación puede establecer:

La necesidad de reparación del pilote.

Su rechazo.

La necesidad de realizar una prueba de carga.

La carga de los pilotes de prueba se efectuará, en caso de existir éstos, por medio de gatos o lastre. Para determinar la aceptabilidad de la cimentación, se calculará la influencia de los asientos diferenciales probables, deducidos de las pruebas, sobre la superestructura. El proceso de carga será el definido en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Siempre que existan dudas sobre las condiciones de resistencia de algunos de los pilotes de trabajo, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de pruebas de carga sobre los mismos ; no excediendo la carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125 por 100) de la carga de trabajo. A la vista de los resultados de la prueba de carga, el Director de las Obras adoptará la solución más adecuada.

Una vez terminados los trabajos de hinca de pilotes de hormigón, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de las zonas de trabajo de los materiales, detritus, chatarra y demás desperdicios originados por las operaciones realizadas para ejecutar la obra, siendo todos estos trabajos a su cargo.

#### **2.12.1.6 Tolerancias en la posición de los pilotes**

Si no se especifica otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los pilotes deberán quedar hincados en una posición que no difiera de la prevista en Proyecto en más de cinco centímetros (5 cm) o el quince por ciento (15 por 100) del diámetro, el mayor de ambos valores, para los grupos inferiores a tres (3) pilotes conjuntamente encepados, y más de quince centímetros (15 cm) para los grupos de tres (3) o más pilotes, y con una inclinación tal que la desviación de un extremo, respecto de la prevista, no sea mayor del tres por ciento (3 por 100) de la longitud del pilote.

Se exceptúan de las reglas anteriores los pilotes hincados desde plataformas flotantes, para los que se especificarán las tolerancias en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

En el caso de que se trate de pilotes cuya punta deba descansar sobre un estrato muy resistente, se vigilará, mediante nivelación, que la hinca de unos pilotes no produzca la elevación de los ya hincados ; lo cual podría ocasionar que éstos perdieran el contacto con el mencionado estrato. Si así fuera, se procederá a rehincar los pilotes hasta asegurar el referido contacto.

#### **2.12.2 Medición y abono**

Las cimentaciones por pilotes hincados a percusión se abonarán por metros (m) de pilote realmente colocados, medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado. En este precio se deberá contemplar la parte proporcional del sobrante necesario para asegurar la correcta conexión del pilote con el encepado.

Pilote prefabricado tendrá la carga máxima definida en el Cuadro de precios nº1 y estará construido según CPP-1 y/o normativa vigente con hormigones de resistencia característica mínima de 50 N/mm<sup>2</sup>, (HA-50, apto para su empleo en clases de exposición IV+Qc, según norma EHE-08) cemento I 52,5 R/SR o N/SR (RC-08), que hace que los pilotes sean resistentes a los sulfatos y al agua de mar, armados en toda su longitud, en cumplimiento del artículo B.9.5.3. de la Norma UNE-EN-12.794:2006+A1, hincado.

El precio incluye ensayos de medida de rechazo, pruebas estáticas de carga dinámica y estática, control de vibraciones, control de hinca, preparación del terreno, transporte, instalación, almohadillas, paradas, montaje y desmontaje de equipo mecánico y pilotes prefabricados.

El precio incluye uniones terminales extrusión y placa a losa y uniones ABB o similares de diferentes tramos.

No serán de abono las pruebas de carga ni los ensayos, si su realización se produce como consecuencia de un trabajo defectuoso o por causas que le sean imputables al Contratista.

No serán de abono los pilotes hincados con desviaciones superiores a las indicadas en este Pliego o en el Proyecto, salvo justificación técnica de su validez mediante estudio firmado por técnico competente, aprobado por el Director de las Obras.

No serán de abono los pilotes que presenten, durante su hincada, disgregaciones en su fuste, roturas o fisuras de espesor superior a quince centésimas de milímetro (0,15 mm).

No serán de abono los pilotes que no hayan alcanzado la profundidad prevista, cuando el rechazo obtenido en las tres (3) últimas andanadas fuera superior al especificado.

El descabezado del pilote se abona por metro.

La ejecución de la viga riostra se abona por separado.

## **2.13 ESTRUCTURAS DE ACERO**

### **2.13.1 Acero en perfiles laminados**

#### **2.13.1.1 Definición**

En este artículo se consideran tanto los elementos estructurales como los elementos auxiliares realizados con perfiles de acero laminado.

Se definen como perfiles laminados las piezas metálicas de sección constante, distintas según el tipo, obtenidas por un proceso de laminación.

#### **2.13.1.2 Materiales**

Los perfiles laminados cumplirán, en sus respectivos campos de aplicación, las condiciones exigidas en el CTE y en la "Instrucción para Estructuras de Acero E.M. 62 del Instituto Técnico Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento".

Estarán exentos de grietas, rebabas y sopladuras y las mermas de su sección serán inferiores al 5% (cinco por ciento).

Cumplirán, además las Prescripciones de los artículos 28 y 29 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, del M.O.P.U.

El acero laminado será del tipo A42b (S-275J), siempre que sus características mecánicas estén dentro de las especificaciones siguientes:

- Carga de rotura, Comprendida entre cuarenta y dos (42) y cincuenta y cinco (55) kilogramos por milímetro cuadrado.
- Límite de fluencia: Superior a veinticinco (25) kilogramos por milímetro cuadrado.
- Alargamiento mínimo de rotura: Veintitrés por ciento (23%).
- Resistencia mínima: Dos con ocho (2.8) kilogramos por metro, a más de veinte grados centígrados (20° C).

Los contenidos máximos en azufre y fósforo, serán inferiores a seis (6) diezmilésimas y su contenido en carbono, inferior a veinticinco (25) diezmilésimas.

Los electrodos a utilizar para la soldadura, serán de cualquiera de los tipos de calidad estructural, definidos en la norma UNE-14003. La clase, marca y diámetro a emplear, serán propuestos por el Contratista a la Dirección de Obra, Antes de su uso, para su aprobación.



Las pinturas anticorrosivas y de acabado serán de minio de plomo, esmaltes sintéticos y pinturas a base de resinas epoxi (en elementos pisables) y cumplirán lo especificado en los artículos 270, 272 y 273 del PG-3.

En piezas protegidas por galvanizado, esta operación se habrá realizado en caliente con una dotación mínima de seiscientos ochenta gramos de cinc por metro cuadrado (680 gr/m<sup>2</sup>).

Mediante el certificado de garantía de la factoría siderúrgica fabricante, podrá prescindirse en general, de los ensayos de recepción. El Ingeniero Director determinará los casos en que los ensayos deban ser completados y en qué forma.

Si el Contratista propusiera emplear como material base de la estructura cualquier otro acero distinto del mencionado, deberá justificarlo debidamente, señalando sus características mecánicas y la repercusión de las mismas sobre los preceptos de la Instrucción E.M. 62 Antes citada. Su eventual utilización requerirá, en cualquier caso, la aprobación de la Dirección de Obra.

### **2.13.1.3 Control de calidad**

Mediante el certificado de garantía de la factoría siderúrgica, podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción. Independientemente de ello, la Dirección de Obra determinará las series de ensayos necesarios para la comprobación de las características reseñadas, los cuales serán de cuenta del Contratista.

Se realizarán ensayos de recepción de acuerdo con lo previsto en los apartados 5 y 6 de la norma UNE 36.080.

Los ensayos de plegado se llevarán a efecto de acuerdo con la norma UNE 7051 y los de flexión por choque de acuerdo con la norma UNE 7475, sobre probeta tipo D.

A juicio de la Dirección de Obra se realizarán los siguientes tipos de ensayos:

- Ensayo de plegado (UNE 7051).
- Ensayo de flexión (UNE 7475).

### **2.13.1.4 Ejecución de las obras**

En todo momento se seguirán las instrucciones dadas por la Dirección de Obra.

### **2.13.1.5 Medición y abono**

El acero en perfiles laminados se medirá por kilogramos de acero, deducidos de los planos de construcción, y se abonará a los precios establecidos en el Cuadro de precios N° 1, para el kilogramo de acero en perfiles laminados, que incluyen la adquisición de los materiales, el transporte, la colocación y todas las operaciones necesarias para el montaje y soldadura de la estructura. Incluye también la ejecución de la protección y los ensayos necesarios

Las estructuras de acero se medirán y abonarán por su peso teórico, deducido a partir de un peso específico del acero de siete mil ochocientos cincuenta gramos fuerza por decímetro cúbico (7.85 Kp/dm<sup>3</sup>).

Las dimensiones necesarias para efectuar la medición se obtendrán de los planos del proyecto y de los planos de taller aprobados por el Director.

No será de abono el exceso de obra que, por su conveniencia o errores, ejecute el Contratista. En este caso se estará cuando el Contratista sustituya algún perfil por otro de peso superior por su propia conveniencia, aun contando con la aprobación del Director.

Los perfiles y barras se medirán por su longitud de punto a punta en dirección del eje de la barra. Se exceptúan las barras con cortes oblicuos en sus extremos que, agrupados, puedan obtenerse de una barra comercial cuya longitud total sea inferior a la suma de las longitudes de punta a punta de las

piezas agrupadas; en este caso se tomará como longitud del conjunto de piezas la de la barra de que puedan obtenerse.

El peso se determinará multiplicando la longitud por el peso por unidad de longitud.

Las piezas de chapa se unirán por su superficie. El peso, en kilopondios se determinará multiplicando la superficie en metros cuadrados por el espesor en milímetros y por siete enteros con ochenta y cinco centésimas (7,85).

Los aparatos de apoyo y otras piezas especiales que existan se medirán en volumen, determinado su peso en función del peso específico indicado anteriormente.

No se medirán los medios de unión, exceptuándose los pernos de anclaje, los conectadores para estructuras mixtas acero-hormigón y los bulones que permitan el giro relativo de las piezas que unen.

El precio, incluirá todas las operaciones a realizar hasta terminar el montaje de la estructura, suministro de materiales, ejecución en taller, transporte a obras, medios auxiliares, elementos accesorios, montaje, protección superficial y ayudas; incluirá, asimismo, las tolerancias de laminación, los recortes y despuntes y los medios de unión, soldaduras y tornillos.

Cuando así lo defina el precio, incluirá dos manos de imprimación con pintura de epoxy ignífugo y protección en ambientes húmedos y agresivos (totalmente montado para masividades comprendidas entre aproximadamente 63 y 340 m<sup>-1</sup> según una 23-093-89, una 23820:1997 ex y s/cte-db-si. espesor aproximado de 641 micras secas totales), los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma una-en 287-1:1992. incluyendo medios auxiliares y grúa de alto tonelaje para el montaje

Cuando las mediciones realizadas superen las teóricas deducidas de los planos o de los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes, salvo autorización previa de la Dirección de Obra.

Las pinturas anticorrosivas y de acabado serán de minio de plomo, esmaltes sintéticos y pinturas a base de resinas epoxi (en elementos pisables) y cumplirán lo especificado en los artículos 270, 272 y 273 del PG-3.

En piezas protegidas por galvanizado estarán incluidas en el precio. Esta operación se habrá realizado en caliente con una dotación mínima de seiscientos ochenta gramos de cinc por metro cuadrado (680 gr/m<sup>2</sup>). Mediante el certificado de garantía de la factoría siderúrgica fabricante, podrá prescindirse en general, de los ensayos de recepción. El Ingeniero Director determinará los casos en que los ensayos deban ser completados y en qué forma.

## **2.13.2 Estructuras metálicas**

### **2.13.2.1 Definición.**

Se define como estructura de acero los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman parte resistente y sustentante de una construcción, bien de calderería o conformado.

### **2.13.2.2 Materiales.**

En el presente proyecto, se ejecutarán las estructuras metálicas con productos laminados ejecutados con acero de tipo S 275 JR, aceros AIS-316 y AISI-304.

### **2.13.2.3 Forma y dimensiones.**

Serán las especificadas en los Planos y no se permitirán modificaciones por parte del Contratista sin el previo consentimiento de la Dirección Facultativa.

#### **2.13.2.4 Condiciones generales.**

Si el Contratista decidiera subcontratar parte o toda la ejecución de las estructuras metálicas, para su aprobación, deberá demostrar a la Dirección Facultativa que la empresa propuesta para la subcontrata posee personal técnico y obrero experimentado en esta clase de obras y además, los materiales necesarios para realizarlas.

El Contratista vendrá obligado especialmente a:

- Comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica.
- La ejecución en taller de la estructura.
- La expedición, transporte y montaje de la misma.
- Disponer de todos los andamios, elementos de elevación y auxiliares para el montaje e inspección.
- Disponer el personal y materiales necesarios para efectuar la prueba de carga si ésta le estima oportuna la Dirección Facultativa.
- Permitir, durante el período de construcción de la estructura, la entrada en taller de la Dirección Facultativa para efectuar la inspección.

Si el Contratista que va a realizar el montaje no es el mismo que lo ejecutó en taller, éste último vendrá obligado a:

- Montar en blanco en su taller parcial o totalmente la estructura para asegurar que sus ensambles no presentan anomalías para el montaje definitivo, haciéndose responsable de las que puedan surgir.
- Marcar todas las partes de la estructura Antes de mandarla a obra y registrar dichas marcas en los planos para su montaje.
- Suministrar todos los elementos que sean necesarios para el montaje de la estructura.

##### **2.13.2.4.1 Uniones.**

A efectos del presente proyecto, se utilizarán uniones soldadas que cumplirán las condiciones especificadas en la norma CTE.

##### **2.13.2.4.2 Procedimientos de soldeo.**

El soldeo se podrá realizar por uno de los procedimientos siguientes:

- PROCEDIMIENTO I: Soldeo eléctrico manual, por arco descubierto, con electrodo fusible revestido.
- PROCEDIMIENTO II: Soldeo eléctrico semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa con alambre - electrodo fusible.

Cualquier otro procedimiento requerirá norma especial.

Si la Dirección Facultativa lo considera oportuno, el Contratista presentará una Memoria de soldeo, detallando las técnicas operativas a utilizar dentro del procedimiento o procedimientos elegidos.

##### **2.13.2.4.3 Disposiciones de las soldaduras.**

En procedimiento I, II y III las disposiciones podrán ser:

- Soldaduras a tope, con elementos en prolongación, en T o en L.
- Soldaduras de ángulo, en rincón, en solape, en esquina o en ranura.

En procedimiento IV las disposiciones podrán ser:

- Soldaduras a tope, con elementos en prolongación, en T o en L.

- Soldaduras por puntos.

Las prescripciones para cada una de las disposiciones de las soldaduras serán las especificadas en el apartado 5.2.3. de la CTE.

#### **2.13.2.4.4 Notación de las soldaduras.**

En los planos de taller se definirán las soldaduras mediante una notación que, en general, constará de las tres partes siguientes:

- Los números que dimensionan la preparación de bordes.
- El símbolo de la disposición de la soldadura y preparación.
- Las dimensiones: garganta, longitud eficaz y en las uniones discontinuas la separación entre ejes de soldaduras.

#### **2.13.2.4.5 Prescripciones para las soldaduras.**

No se soldará en una zona en que el acero haya sufrido en frío una deformación longitudinal mayor que el 2.5 por 100, a menos que se haya dado tratamiento térmico adecuado.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la unión, eliminado toda la cascarilla, herrumbre o suciedad, grasa y pintura.

Las partes a soldar estarán bien secas.

Según norma UNE EN 499:1995, se podrán utilizar electrodos en calidad estructural intermedia, ácida, básica, orgánica, rutilo o titanio, siempre que cumplan las características mínimas siguientes, según norma UNE EN 1597:1998.

- Resistencia a tracción del metal depositado  $> 44 \text{ Kg/mm}^2$  para aceros del tipo S 275 JR (establecido en proyecto).
- Alargamiento de rotura  $> 22$  por 100.
- Resiliencia no menor de  $5 \text{ Kgm/cm}^2$ .

Podrán emplearse electrodos normales o de gran penetración.

Los cordones de soldaduras se depositarán sin provocar mordeduras. Después de ejecutar cada cordón y Antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie de escoria mediante piqueta y cepillo de alambre. Esta limpieza también se realizará en los cordones finales. Para facilitar la limpieza se intentará que la superficie del cordón sea lo más regular posible, que no forme ángulos muy agudos con los cordones anteriores ni con los bordes y se evitará la proyección de gotas de soldaduras.

La superficie de la soldadura será regular y lo más lisa posible. El cebado del arco deberá hacerse sobre las juntas y el avance respecto a la soldadura. Si es necesario, la soldadura se recargará o se esmerilará para que tenga el espesor debido, sin falta ni bombeo excesivo y para que no presente discontinuidades o rebabas.

En soldaduras a tope, accesibles por ambas caras, se realizará siempre la toma de raíz que consistirá en su saneado y el depósito del cordón de cierre o del primer cordón dorsal.

Se prohíbe todo enfriamiento anormal o excesivamente rápido de las soldaduras, siendo preceptivo el tomar las precauciones precisas para ello.

La Dirección Facultativa podrá ordenar el levantamiento de aquellas soldaduras que presenten defectos para que se ejecuten nuevamente.

#### Soldaduras en taller

El depósito de los cordones se debe efectuar horizontalmente. El taller contará con dispositivos para voltear las piezas y colocarlas en la posición más conveniente para la ejecución de las

soldaduras, sin que se produzcan solicitaciones excesivas que puedan dañar la resistencia de los cordones depositados.

#### Soldaduras en obra.

Se reducirán al mínimo el número de soldaduras a realizar en obra. Los trabajos de soldeo se protegerán del viento, la lluvia y el frío, suspendiéndose a 0°C. Si la Dirección Facultativa así lo autoriza se podrá efectuar el soldeo hasta -5°C pero se adoptarán medidas especiales para evitar el enfriamiento rápido de la soldadura, como precalentamiento del material base.

#### **2.13.2.4.6 Deformaciones y tensiones residuales.**

Todas las soldaduras experimentarán al enfriarse contracciones longitudinales y transversales que producirán en las piezas deformaciones y tensiones residuales que hay que prever Antes de la ejecución para que los elementos, una vez soldados, cumplan las exigencias dimensionales de los planos.

Para conseguir una soldadura con coacciones mínimas y reducir tensiones residuales al mínimo posible se seguirán los principios fundamentales siguientes:

- Principio de simetría: El volumen del metal depositado tendrá en todo momento la máxima simetría posible.
- Principio de libertad: Las piezas que se vayan a soldar se dispondrán de tal modo que puedan seguir los movimientos producidos en el soldeo con la máxima libertad posible.
- Principio de accesibilidad: El soldador tendrá en todo momento acceso fácil y posición óptima de trabajo, para asegurar el depósito limpio y perfecto del material de aportación.
- Principio de enfriamiento: La disposición de las piezas y el orden de los cordones será tal que se reduzcan al mínimo la acumulación de calor en zonas locales.

Las deformaciones angulares (producidas en las soldaduras en ángulo por la diferente contracción transversal de las capas de metal aportado), se contrarrestarán mediante la presentación falseada de las piezas, de tal modo que, una vez ejecutadas las soldaduras, éstas queden en la posición correcta.

Los abarquillamientos o alabeos (producidos en las piezas unidas cuando los giros se coartan) se evitarán mediante la previa deformación de las piezas que se van a unir.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, las deformaciones son mayores que las tolerancias correspondientes, éstas se corregirán en frío, con prensa o máquina de rodillos, sometiendo después las piezas a un cuidadoso examen, para asegurarse de que no han aparecido fisuras en el metal de aportación en la zona de transición del metal base.

#### **2.13.2.4.7 Calificación de las soldaduras.**

Se deberá acreditar la calificación profesional de los operarios que realicen los trabajos de soldeo mediante examen y calificación según UNE-EN ISO 9606-1:2017 realizado por un inspector que previamente haya sido aceptado por la Dirección Facultativa.

#### **2.13.2.4.8 Ejecución en taller.**

##### 2.13.2.4.8.1 Planos en taller.

El Contratista, basándose en los Planos de Proyecto, realizará los planos de taller precisos para definir completamente todos los elementos que componen la estructura metálica, comprobando en obra las cotas de replanteo de la misma.

Los planos de taller contendrán:

- Las dimensiones necesarias para la completa definición de todos los elementos de la

estructura.

- Las contraflechas de vigas, si están previstas.
- La disposición de las uniones.
- La forma y dimensiones de cada soldadura, la preparación de los bordes, el procedimiento, métodos y disposiciones de soldeo, los materiales de aportación y el orden de ejecución.
- Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen.
- En cada plano, indicaciones de los perfiles, tipo de aceras, pesos y las marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.

El Contratista entregará la Dirección Facultativa dos copias de los planos de taller, quien los revisará y corregirá, si es necesario, devolviendo un ejemplar firmado. En caso de correcciones, el Contratista entregará los planos corregidos para su aprobación definitiva.

Si el proyecto se modificase durante la ejecución de los trabajos o fuese necesario introducir modificaciones de detalles respecto a lo definido en los planos de taller, estos se rectificarán en el primer caso o se anotará en ellos lo que se modifique, en el segundo, previa aprobación de la Dirección Facultativa.

#### 2.13.2.4.8.2 Preparación, enderezado y conformación.

En cada uno de los productos se procederá eliminar:

- Los defectos de laminación que, por su pequeña importancia no sean motivo de rechazo.
- Las marcas de laminación en relieve en las zonas que vayan a estar en contacto con otro producto en las uniones de la estructura.
- Todas las impurezas que lleven adheridas.

El enderezado de perfiles y planeado de las chapas se realizará en frío, mediante prensa o máquina de rodillos.

La conformación (plegado o curvado) se realizará también en frío. No se admitirán abolladuras a causa de las compresiones ni grietas debidas a las tracciones, que en la conformación se originen. Si el plegado es muy acusado, se deberá recocer posteriormente la pieza.

El enderezado y conformación únicamente se podrá realizar siguiendo las siguientes prescripciones:

- El calentamiento se realizará en horno, fragua u hornillo. Se evitará el calentamiento directo con soplete. El enfriamiento se realizará al aire en calma, sin acelerado artificialmente.
- Se calentará a una temperatura máxima de 950°C (rojo cereza claro), interrumpiéndose la operación cuando la temperatura baje de 700 °C (rojo sombra), para volver a calentar la pieza.
- Se tomarán todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del acero, ni introducir tensiones parásitas durante las fases de calentamiento y enfriamiento.

El estampado y embutición de las chapas se realizará de una sola vez, y en frío cuando el espesor de la chapa no sea mayor de 9 mm. o el radio de curvatura no sea menor que 50 veces el espesor.

#### 2.13.2.4.9 Marco de ejecución.

El marcado de cada producto se realizará, una vez comprobado que cada uno tiene la forma deseada, por personal especializado, ajustándose a las cotas de los planos de taller y a las tolerancias que se especifican en el apartado anterior.

#### **2.13.2.4.10 Corte.**

Las piezas se cortarán y se ejecutarán los biselados, rebajos, etc. conforme a lo indicado en los planos de taller, mediante sierra, disco, cizalla o máquina de oxicorte, siguiendo las prescripciones del apartado 5.3.5. de la CTE.

#### **2.13.2.4.11 Armado.**

En taller se procederá al ensamblaje de las piezas elaboradas, sin forzarlas, en la posición relativa que tendrán una vez efectuadas las uniones definitivas.

Se armará el conjunto del elemento estructural, tanto el que ha de unirse directamente en taller como el que se unirá en obra.

Las piezas se podrán fijar entre sí mediante puntos de soldaduras depositados en los bordes de las mismas. El número y tamaño de los puntos de soldadura será el mínimo suficiente para asegurar la inmovilidad.

Se rectificarán o se reharán aquellas piezas que no permitan un correcto armado.

Por último, se procederá a realizar la unión definitiva de las piezas de las partes que hayan de llevarse terminadas a obras.

Los puntos de soldaduras podrán englobarse en la soldadura definitiva si se limpian perfectamente de escoria, no presentan fisuras u otros defectos y se han hecho desaparecer sus cráteres con buril.

#### **2.13.2.4.12 Marcas de identificación.**

Todas las piezas y los elementos terminados en taller llevarán la marca de identificación con la que han sido designadas en planos de taller para determinar su posición para el armado del elemento o su posición en el conjunto de la obra. Las marcas se pondrán con pintura o lápiz grueso.

#### **2.13.2.4.13 Montaje en obra.**

##### **2.13.2.4.13.1 Programa de montaje.**

El Contratista, basándose en las especificaciones del Proyecto, redactará un programa de montaje en el que incluirá:

- Descripción de la ejecución en fases, orden y tiempos de montaje de los elementos de cada fase.
- Descripción del equipo que empleará en el montaje de cada fase.
- Apeos, cimbras u otros elementos de sujeción provisional.
- Personal adecuado para cada fase con especificación de su calificación profesional.
- Elementos de seguridad y protección del personal.
- Comprobación de los replanteos, nivelaciones, alineaciones y aplomos.

Este programa deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa Antes de iniciar los trabajos.

##### **2.13.2.4.13.2 Equipo de montaje.**

La capacidad y calidad de la instalación y el equipo de montaje se ajustarán a lo detallado en el programa de montaje y satisfarán a la dirección de obra, estando siempre en perfecto estado de funcionamiento.

##### **2.13.2.4.13.3 Manipulación.**

La carga, descarga, transporte, almacenamiento y montaje se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura.

Se protegerán si es necesario, las partes donde vayan a fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse para la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cualquier daño que pueda producirse en el transporte, pero si se presume que pueda afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

#### 2.13.2.4.13.4 Montaje.

La sujeción provisional de los elementos en el montaje se efectuará con grapas, tornillos u otros elementos que resistan los esfuerzos, que puedan producirse por las operaciones de montaje.

El montaje se realizará conforme a lo especificado en los planos de taller y con las tolerancias establecidas en el apartado 5.17.22.

El soldeo se efectuará una vez se haya comprobado que la posición de los elementos de cada unión coincide exactamente con la posición definitiva.

Las uniones de montaje u otros dispositivos auxiliares se retirarán solamente cuando se pueda prescindir de ellos estáticamente.

#### 2.13.2.4.14 Tolerancias.

Las tolerancias en la longitud de los elementos estructurales son:

Tolerancia dimensionales	
Longitud en mm.	Tolerancia en mm.
Hasta 1000	± 2
De 1001 a 3000	± 3
De 3001 a 6000	± 4
De 6001 a 10000	± 5
De 10001 a 15000	± 6
De 15001 a 25000	± 8
25001 o mayor	± 10

La tolerancia en la flecha de todo elemento estructural recto, la longitud "l" será el menor de los dos valores siguientes:

- l/100
- 10 mm.

Todo conjunto de elementos estructurales montado en obra tendrá una tolerancia de sus dimensiones fundamentales de la zona de las tolerancias de sus elementos estructurales, sin sobrepasar ± 15 mm.

Las tolerancias en las dimensiones de los biseles de la preparación de bordes y en la garganta y longitud de las soldaduras serán:

Tolerancia en las soldaduras	
Dimensión. en mm	Tolerancia en mm.
Hasta 15	± 0.5
De 16 a 50	± 1.0
De 51 a 150	± 2.0
151 o mayor	± 3.0

#### 2.13.2.4.15 Protección.

La pintura de protección que se aplicará al acero tipo S 275 JR será la especificada en planos o, en su defecto, la que especifique la Dirección Facultativa.



### **2.13.2.5 Medición y abono.**

Se realizará de acuerdo con lo definido en el Cuadro de Precios nº1.

### **2.13.3 Elementos varios metálicos**

Se incluyen dentro de este capítulo todos aquellos elementos metálicos formados por una o varias piezas formando una unidad del tipo barandilla, rejilla, tapa, pate, etc.

#### **2.13.3.1 Ejecución**

Todas las secciones fijas que sean necesarias se realizarán por soldadura continua, uniforme e impecable.

Las superficies se suministrarán provistas de dos manos de pintura antioxidante (minio o cianamida de plomo), galvanizadas, revestidas o con cualquier otro tratamiento de protección aceptado por la Dirección de Obra.

Una vez instaladas las unidades y Antes de su fijación definitiva se procederá a una minuciosa alineación de las mismas.

Los huecos de los cajetines se rellenarán con mortero de cemento M-450. Alrededor de los postes y placas de sujeción, se formará una junta de masilla bituminosa de 2x2 cm.

Los distintos elementos que lo requieran irán pintados en el color que ordene la Dirección de Obra y con pintura de primera calidad. Todos los trabajos secundarios arriba mencionados están incluidos en el precio unitario de estas partidas.

#### **2.13.3.2 Medición y abono**

Se medirán y abonarán por unidades, totalmente colocadas, según se establece para las mismas en el Cuadro de Precios Nº 1, pudiendo ésta constituir parte de un precio compuesto, por lo que, en esta situación, no se abonaría.

### **2.13.4 Protección de superficies con pintura**

#### **2.13.4.1 Elementos metálicos**

Todos los elementos metálicos estarán protegidos contra los fenómenos de oxidación y corrosión.

La protección con pintura se realizará mediante las siguientes actividades y aplicaciones:

##### **2.13.4.1.1 Preparación de la superficie**

La eliminación de grasas, aceite, manteca, sales, residuos ácidos, cera, etc., se realizará previamente a cualquier operación mediante lejía de sosa y aclarado con agua dulce.

En superficies nuevas, las escamas de óxido, cascarillas de laminación y rastros de escoria y suciedad, se eliminarán con rasqueta y cepillo de alambre hasta obtener una superficie sana y exenta de impurezas que permita una buena adherencia del recubrimiento, evitando, sin embargo, pulir la superficie o provocar una abrasión muy profunda, correspondiente al grado SA-21/2 (Norma SIS 055900).

La eliminación de oxidaciones importantes y de recubrimientos anteriores, así como el tratamiento de elementos que deban estar sumergidos en agua o sometidos a altas temperaturas, deberá realizarse mediante chorreado con arena o granalla hasta alcanzar un grado SA-2 ½ (Norma SIS 055900).

##### **2.13.4.1.2 Imprimación**

Se realizará sobre la superficie preparada y seca mediante la aplicación de dos (2) manos de recubrimiento.

La primera mano de imprimación, se realizará por el Contratista en el taller de fabricación, debiendo transcurrir desde las operaciones de limpieza el menor tiempo posible. Las manos restantes podrán aplicarse al aire libre siempre que no llueva, hiele o la humedad relativa supere el ochenta y cinco por ciento (85%).

No recibirán ninguna capa de protección las superficies que hayan de soldarse, en tanto no se haya ejecutado la unión; ni tampoco las adyacentes en una anchura mínima de cincuenta (50) milímetros, medida desde el borde del cordón. Cuando por razones especiales, se juzgue conveniente efectuar una protección temporal, se elegirá un tipo de pintura a base de cromato de zinc eliminable antes del soldeo o compatible con el mismo.

Las dos manos de imprimación, deberán realizarse con imprimadores de minio de plomo electrolítico con base alcídica. El espesor de cada capa seca de imprimación, será de cuarenta a cincuenta (40 a 50) micras. El tiempo mínimo de aplicación entre cada dos (2) será de veinticuatro (24) horas.

#### **2.13.4.1.3 Recubrimiento final**

Sobre las dos capas de imprimación Antes indicadas, se extenderá al menos una capa de recubrimiento final de esmalte sintético brillante de base alcídica que cubra y proteja totalmente las capas anteriores. El espesor del recubrimiento final para la capa seca, será de treinta a cincuenta (30 a 50) micras.

En el ensayo de corrosión acelerada aplicado sobre una muestra de pintura seca completa, deberá aguantar doscientas cincuenta (250) horas, en cámara de niebla salina, de acuerdo con la Norma ASTM-B-117 y el de intemperie acelerada quinientas (500) horas en intemperímetro de acuerdo con la Norma ASTM-G-23.

El ensayo de adherencia deberá dar un resultado mínimo de noventa por ciento (90%).

#### **2.13.4.2 Obras de fábrica**

La protección con pintura de superficie de obras de fábrica, se realizará mediante las siguientes actividades y aplicaciones:

##### Preparación de la superficie

En la superficie a recubrir, se deberán reparar los defectos, eliminar grasas, aceites, suciedad, etc, y rascar cuidadosamente las zonas con recubrimientos antiguos.

Antes de proceder a la aplicación de cualquier capa de pintura, la superficie deberá tener una humedad no superior al tres por ciento (3%).

##### Revestimientos

La superficie preparada, se recubrirá con dos (2) capas de pintura constituida fundamentalmente por una emulsión acuosa a base de copolímeros acrílicos o vinílicos, reforzada con pigmento de alta resistencia a la intemperie.

El espesor de cada capa seca de recubrimiento, será de cuarenta a sesenta (40 a 60) micras.

#### **2.13.4.3 Medición y abono**

Con carácter general el coste de todo tipo de pinturas, se encuentra incluido en el precio de la Unidad de Obra que requiere dicha protección, por lo que no será objeto de abono independiente.

En las partidas de pintura objeto de abono independiente, la medición se efectuará según lo descrito en las unidades del Cuadro de Precios Nº 1, aplicándose los precios que, al efecto se indiquen en el mismo.

### **2.13.5 Protección por galvanización**

#### **2.13.5.1 Características generales**

La protección de elementos de acero u otros materiales férricos mediante galvanización, se realizará por el procedimiento de “galvanización en caliente” sumergiendo la pieza previamente preparada en un baño de zinc fundido.

La preparación del elemento metálico, se efectuará eliminando por completo el óxido, cascarilla, pintura y manchas de aceite o similares que existan sobre la superficie, por medio de tratamientos adecuados y decapado de ácidos.

Los elementos metálicos, una vez preparados, se sumergirán en baño de zinc de primera fusión (Norma UNE-EN 1774:1998) durante, al menos, el tiempo preciso para alcanzar la temperatura del baño.

El recubrimiento galvanizado deberá ser continuo, razonablemente uniforme y estará exento de todo tipo de imperfecciones que puedan impedir el empleo previsto del objeto recubierto. Las manchas blancas en la superficie de los recubrimientos (normalmente llamadas manchas por almacenamiento húmedo o manchas blancas), de aspecto pulverulento poco atractivo, no serán motivo de rechazo si el recubrimiento subyacente supera el espesor que más adelante se indica.

El recubrimiento, debe tener adherencia suficiente para resistir la manipulación correspondiente al empleo normal del producto galvanizado, sin que se produzcan fisuraciones o exfoliaciones apreciables a simple vista.

Los recubrimientos galvanizados tendrán, como mínimo, el espesor medio de ochenta (80) micras, salvo la tornillería, en que será de cuarenta (40) micras.

La comprobación del espesor medio del recubrimiento galvanizado sobre un elemento metálico, se efectuará mediante la realización de un ensayo por los métodos gravimétrico o magnético, sobre un mínimo de tres (3) piezas o probetas.

La unión de elementos galvanizados, se realizará por sistemas que, en ningún caso, supongan un deterioro de la capa de zinc depositada. En este sentido, y con carácter general, se prohíbe el empleo de la soldadura como medio de unión entre piezas que hayan sido previamente galvanizadas. La Dirección de Obra, podrá autorizar el empleo de la soldadura en aquellos casos en los que no exista posibilidad práctica de realizar la unión por otros medios, debiéndose garantizar en todo caso, una protección eficaz de la zona soldada que evite su deterioro.

Para el pintado de las superficies galvanizadas, se procederá previamente a la limpieza de las mismas, evitando jabones y detergentes; a su desengrase con disolventes tipo hidrocarburo, y a su completo secado. Posteriormente, se extenderá sobre ellas una capa de imprimación especial para acero galvanizado de espesor de veinte a treinta (20 a 30) micras, y finalmente, una capa de acabado con un espesor de película seca de veinticinco a cincuenta (25 a 50) micras.

En todo lo especificado será de aplicación lo previsto en el R.D. 2531/85 de 18 de diciembre, por el que se declaran de obligado cumplimiento, las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre diversos artículos fabricados en acero u otros materiales férreos (B.O.E. 3-1-86). Los materiales galvanizados, deberán poseer el correspondiente certificado de homologación en los términos previstos en los artículos 2, 3, 4 y 5 del Real Decreto anteriormente indicado.

#### **2.13.5.2 Medición y abono**

El coste del tratamiento de galvanización de cualquier elemento metálico, cuya ejecución lo requiera, en base a la descripción del plano o texto del mismo o de la unidad de obra de la que forma parte.

## **2.14 ELEMENTOS AUXILIARES DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN**

### **2.14.1 Cintas de PVC y juntas.**

#### **2.14.1.1 Definición.**

Las cintas de PVC están constituidas por un material flexible, termoplástico, a base de policloruro de vinilo (PVC), con diferentes secciones y dimensiones según las solicitaciones que deban satisfacer.

Las cintas de PVC se utilizan como barreras impermeables al agua en juntas de dilatación u hormigonado, diferenciándose de las masillas en que se sitúan dentro de los encofrados, previamente al vertido del hormigón fresco, quedando embebidas en este.

La función de las cintas de PVC como elementos de estanqueidad comienza cuando el hormigón ha endurecido. Según el tipo de cinta elegida se puede utilizar como juntas de hormigonado y para pequeños movimientos o como juntas de dilatación para medianos y grandes movimientos en depósitos, canales, piscinas, muros o cualquier otro elemento en contacto directo con el agua.

Se colocarán dos tipos cintas aislantes en las juntas de los elementos directamente en contacto con el agua

- Cintas en juntas de hormigonado.
- Cintas en juntas de dilatación. Son similares a las de las juntas de hormigonado pero presentan un bulbo hueco central que permite los movimientos longitudinales y transversales.

En ambos casos las juntas se colocarán embebidas en el hormigón. No se usarán cintas de PVC de carácter superficial en ningún caso.

#### **2.14.1.2 Características del material.**

Las especificaciones que deben cumplir las cintas de PVC en cuanto a características mecánicas vienen dadas por los parámetros siguientes

- Densidad (kg/m<sup>3</sup>): 12700 según norma UNE 53020:1973.
- Dureza Shore A: 70 a 75 según norma UNE-EN ISO 868:1998.
- Resistencia a tracción (MPa) > 12.75 según norma UNE 53510:2001.
- Alargamiento a rotura > 250 % según UNE 53510:2001.
- Temperatura de servicio de -35°C a + 55°C sin sufrir daño.

Adicionalmente las cintas de PVC para juntas de dilatación deberán soportar movimientos de hasta 40 mm. en sentido longitudinal y 20 mm. en la dirección transversal.

Todos los elementos deberán poder soportar presiones hidrostáticas de al menos 1.5 atmósferas.

#### **2.14.1.3 Transporte y almacenamiento.**

Los rollos de cinta de PVC deberán ser acondicionados en los camiones que los transporten a obra de tal forma que se asegure que no reciben golpes y rozaduras.

Durante el proceso de descarga, los rollos no se dejarán caer ni rodar desde el vehículo de transporte ni tampoco de se transportarán rodando.

Los cables para la descarga deberán tener protecciones para evitar dañar los rollos. Es conveniente la suspensión por medios tales como una banda ancha.

En épocas calurosas, si no existiese un cobertizo se optará por el almacenamiento en lugares sombreados; si esto no fuera posible se protegerán con láminas plásticas o lonas.

#### **2.14.1.4 Recepción y control de calidad.**

A la entrega del suministro se entregará un albarán con los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de suministro.
- Identificación y vehículo que lo entrega.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación del material.
- Nombre y dirección del comprador y destino.
- Referencia del pedido.

A los efectos oportunos de la recepción y el control de calidad se definen los siguientes conceptos:

- Partida: es la cantidad de cintas de PVC recibidas de una misma unidad de transporte.
- Lote: es la cantidad de unidades de la misma partida que se someten a recepción en bloque. El tamaño del lote podrá ser fijado por la Dirección de Obra.
- Muestra: es la porción de cinta extraída de cada lote y sobre la que se realizarán, si procede, los ensayos pertinentes.

El Contratista deberá asegurar que los materiales cumplen con las características exigidas en el presente Pliego, bien sea realizando ensayos de los materiales que se reciben en obra o mediante el control de calidad en origen que realice la empresa suministradora. El Director de Obra podrá solicitar al Contratista una copia de los resultados de los ensayos realizados a las cintas y podrá encargar nuevos ensayos en caso de que considere que los materiales provistos no cumplen con las especificaciones del presente Pliego.

En caso de que el control de calidad se realizase sobre los materiales recibidos en obra, se tomará una muestra por cada lote recibido en cada partida y se seguirán las siguientes indicaciones:

- Las muestras se tomarán en obra por la Dirección de Obra o persona en quien esta delegue, a ser posible a la llegada del suministro.
- Se tomará un rollo, al azar, y de este se cortarán 2 tiras de 0.50 m. Una de ellas se conservará en la obra a efectos de contraste y la otra servirá para los ensayos de recepción.
- Cuando no sean preceptivos los ensayos se tomará 1 tira de 0.50 m. a efectos de muestra preventiva y se conservará en la obra.
- La muestra deberá conservarse conforme a lo especificado en el presente pliego bajo el epígrafe “Transporte y almacenamiento”, esto es, al resguardo de temperaturas extremadamente altas o bajas.
- De la muestra se tomará una fracción para los ensayos, conservando el resto por un período de tiempo no inferior a 2 meses desde la notificación de los ensayos.

#### **2.14.1.5 Medición y abono**

Las juntas de estanqueidad se medirán por los metros lineales (m) realmente instaladas, medidos sobre los planos de construcción, y según las especificaciones de los planos del Proyecto.

En este precio queda incluidos los materiales utilizados, la preparación de las superficies y cuantos trabajos sean necesarios para la correcta terminación de la Unidad de Obra.

Los precios incluyen el solape necesario para la colocación. No será de abono dicho solape al incluirse en el propio precio.

Se abonará al precio establecido en el Cuadro de Precios N° 1.

## **2.14.2 Impermeabilización de paramentos y sellado de juntas**

### **2.14.2.1 Definición y materiales**

#### **2.14.2.1.1 Impermeabilización de paramentos**

Consiste en la Impermeabilización de paramentos de obras de fábrica de hormigón en contacto con el terreno y se realizará mediante una pintura de betún asfáltico del tipo G-1 que cumplirá las condiciones exigidas en la Norma UNE 104202.

#### **2.14.2.1.2 Mastic para sellado de juntas**

Los materiales de sellado se utilizan para el relleno de las juntas o de una parte de ella, con la finalidad de lograr la estanquidad de la misma.

El producto utilizado deberá cumplir con las especificaciones incluidas en la Norma UNE 104202

Las características principales que deben cumplir los materiales para el sellado de las juntas son las siguientes:

- Buena adherencia al hormigón, no inferior a dos (2 kg/cm<sup>2</sup>).
- Alargamiento en rotura por tracción no inferior al cien por cien (100%).
- Impermeabilidad total al agua y al vapor de agua.
- No tener fluencia a temperatura igual o menor que cincuenta grados centígrados (50°C).
- No presentar alteraciones después de cinco (5) ciclos de envejecimiento artificial acelerado, realizado según la Norma (M.E.L.C. 12-94) del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de la Construcción.

Como materiales de sellado pueden utilizarse las masillas plásticas que conservan sus características una vez colocadas en obra, y entre las que se encuentran los asfaltos o alquitranes modificados con látex de caucho o resinas sintéticas y las de caucho butilo, o bien las masillas elásticas que endurecen posteriormente a la aplicación en obra, como son, el caucho de polisulfuro y la silicona. Serán, en definitiva, productos de uno o dos componentes que se mezclarán en el momento de la colocación.

### **2.14.2.2 Condiciones del proceso de ejecución**

#### **2.14.2.2.1 Impermeabilización de paramentos**

La ejecución cumplirá lo indicado en el PG-3, y las indicaciones de la Dirección de la Obra.

#### **2.14.2.2.2 Sellado de juntas**

El sellado de las juntas será continuo, homogéneo, sin inclusiones de burbujas de aire y con la superficie uniforme.

La profundidad respecto al plano del paramento será la prevista o indicada por la Dirección de la Obra.

Tolerancias de ejecución:

- Espesor del sellado:  $\pm 10\%$
- Profundidad prevista respecto al paramento:  $\pm 2\text{mm}$

La temperatura ambiente admisible en el momento de la ejecución debe estar comprendida entre cinco y treinta y cinco grados centígrados (5 a 35° C).

Los trabajos se suspenderán cuando la velocidad del viento supere los cincuenta kilómetros por hora (50 km/h), y se asegurarán las partes realizadas.

En el caso de que se tenga que aplicar una capa de imprimación Antes de realizar el sellado, ésta se extenderá por toda la superficie que haya de quedar en contacto con el sellante.

El fondo y las caras de la junta a sellar, estarán limpios y secos y el producto se aplicará forzando su penetración.

En estos precios quedan incluidos los materiales utilizados, la preparación de las superficies y cuantos trabajos sean necesarios para la correcta terminación de las Unidades de Obra.

### **2.14.2.3 Medición y abono**

Se abonarán al precio establecido en el Cuadro de Precios N° 1 por m<sup>2</sup> ejecutado.

Se distingue:

- Impermeabilización asfáltica de trasdós de estructuras mediante aplicación de pintura asfáltica betún modificado 0.7 Kg/m<sup>2</sup>, incluida preparación.

### **2.14.3 Drenaje de trasdós de muros**

#### **2.14.3.1 Descripción**

El drenaje de trasdós de muros podrá ser realizado con material filtrante o lámina nodular con marcado CE de polietileno virgen con geotextil incorporado y doble nódulo de 12 mm. de altura nod, capacidad de drenaje 1,2 l/s y resistencia a compresión de 90 kn/m<sup>2</sup>. Delta Drain o similar, p.p. de fijación al soporte con taco espiga de polipropileno, a razón de 3 ud/m<sup>2</sup> y sellado de solapes de anchura de 10 cm. con banda autoadhesiva a dos caras de caucho butilo Delta Fix, incluso impermeabilización del paramento de hormigón con dos manos de emulsión bituminosa modificada 0,7 kg/m<sup>2</sup>, según CTE/DB-HS 1.

#### **2.14.3.2 Medición y abono**

Se abonarán al precio establecido en el Cuadro de Precios N° 1 por m<sup>2</sup> ejecutado.

## **2.15 ELEMENTOS AUXILIARES DE POZOS Y ARQUETAS**

Los alojamientos deberán ir provistos, además de con un dispositivo de cierre, con distintos elementos auxiliares:

- Pates de acceso
- Escaleras
- Pasarelas y plataformas
- Barandillas y cadenas de seguridad
- Rejilla tipo tramex

Este artículo hace referencia a los principales elementos auxiliares a colocar en las distintas instalaciones.

En las instalaciones donde se disponga de espacio suficiente, cuando proceda, se colocarán escaleras metálicas o de obra como solución constructiva preferente, en contraposición con la instalación de escaleras de servicio fijas o pates, especialmente en aquellos recintos con equipos electromecánicos objeto de explotación y mantenimiento frecuente (elevadoras o grupos de presión, entre otros.)

Igualmente, en las, cámaras, pozos, vasos de depósitos, plataformas o altillos, entre otros, en el acceso se optarán por la instalación de una escala de servicio fija (metálica, con materiales plásticos, fibra o, en su defecto, mediante pates), en detrimento de la sola utilización de escaleras de mano.

En el caso de elementos galvanizados, será de aplicación lo especificado en la norma UNE-EN ISO 1461: “Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo”.

### **2.15.1 Pates**

Los pates a instalar en las obras de fábrica serán de polipropileno con alma de acero y deberán cumplir con lo especificado para los mismos en la norma UNE-EN 13101: “Pates para pozos de registro enterrados. Requisitos, marcado, ensayos y evaluación de conformidad”.

Cuando los pates se coloquen en obras de fábrica de hormigón deberán cumplir con lo especificado para ellos en las normas UNE-EN 1917: “Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero” y en la UNE 127917: “Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, de hormigón con fibra de acero y de hormigón armado. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1917”.

La distancia mínima entre la pared de la obra de fábrica y la cara exterior del pate será de ciento veinte milímetros (120 mm), y máxima de ciento sesenta milímetros (160 mm). La distancia entre peldaños estará comprendida entre doscientos cincuenta y trescientos milímetros. (250 - 300 mm).

Los pates se dispondrán en una única alineación vertical y tendrán un ancho de trescientos milímetros (300 mm) como mínimo y de cuatrocientos milímetros (400 mm) como máximo.

La separación del pate superior más próximo a la boca del pozo estará comprendida entre cuatrocientos y quinientos milímetros (400-500 mm).

Se anclarán a la pared entre setenta y cinco y ochenta y cinco milímetros (75-85 mm), en los taladros realizados al efecto.

Previa limpieza de los agujeros, se aplica el taco químico, anclaje químico o resina y se introduce el pate hasta su inserción total.

Los pates para la formación de escaleras verticales serán de núcleo de acero con recubrimiento de polipropileno aptos para que se pueda realizar un doble apoyo (ambos pies o ambas manos). Serán aislantes, antideslizantes y en lo posible antideflagrantes.

Deberán poseer protecciones laterales que eviten que los pies de los operarios resbalen y pierdan superficie de apoyo. Tendrán 30 centímetros de ancho (distancia entre ejes) y 25 centímetros de profundidad. Vendrá con los correspondientes mecanismos de anclaje a los elementos verticales.

El alma de acero del pate tendrá un diámetro de 12 mm.

Características del material.

El material responderá a las características exigidas por la norma UNE-EN 13101:2003 para los elementos Tipo D, pate doble, Clase I, de núcleo MSS (acero al carbono recubierto de plástico).

Almacenamiento y manipulación.

La manipulación y descarga de los elementos se realizará de modo que no se produzcan rozaduras en el recubrimiento de polipropileno. Se desecharán aquellos elementos que, tras una inspección visual, puedan considerarse peligrosos

Recepción y control de calidad.

El contratista, de acuerdo con el suministrador, deberá garantizar que pates reúnen todas las características exigidas en el presente Pliego. La Dirección de Obra podrá solicitar cuantos informes o certificados considere oportunos para verificar dicho extremo.



### **2.15.2 Escaleras**

Las escaleras serán fijas, ancladas a la pared de la estructura (escalas fijas) o transportables. En este último caso, podrán ser de una sola pieza o telescópicas y deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.

Las escaleras fijas de acceso a los alojamientos o a las obras de fábrica deberán cumplir con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 14396: “Escaleras fijas para pozos de registro” y Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

La anchura mínima de las escalas fijas será de cuarenta centímetros (40 cm) y la distancia máxima entre peldaños de treinta centímetros (30 cm).

Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 metro por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.

Las escalas fijas que tengan una altura superior a tres metros (3 m) dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.

En el caso de alturas superiores a 9 metros será obligatorio la instalación de plataformas de descanso cada 9 metros o fracción.

Las escaleras deberán disponer de huella, contrahuella y pasamanos.

Los pavimentos de las huellas estarán formados por tramex que serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316, acero galvanizado en caliente o PRFV.

### **2.15.3 Pasarelas y plataformas**

Las pasarelas y plataformas deberán cumplir con lo establecido para las mismas en el Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Las estructuras soportes serán de acero inoxidable, acero galvanizado o acero al carbono con protección anticorrosión.

Los pavimentos estarán formados por tramex que serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316, acero galvanizado en caliente o PRFV.

### **2.15.4 Barandillas y cadenas de seguridad**

Las barandillas y cadenas de seguridad serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316 o de acero galvanizado en caliente. En el interior de las instalaciones, previa aprobación de la Dirección de Obra, se admitirá la colocación de barandillas de PRFV.

Las barandillas deberán ser conformes al Real Decreto 486/1997, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Por motivos de seguridad, las barandillas deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- Se utilizará el procedimiento de plegado y soldadura de tubos y chapas para conseguir su forma. La soldadura deberá ser continua, no admitiéndose el punteado de elementos.
- Sus extremos serán curvados.
- Las placas de anclaje deberán garantizar la resistencia máxima en el sentido de la protección.
- La sujeción se realizará mediante anclajes con tirafondos en acero inoxidable,

exceptuando los casos de base metálica, en los que se utilizará tornillería.

- Para longitudes superiores a 50 metros se instalarán uniones que permitan la dilatación.

### **2.15.5 Tramex**

Los tramex serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316, acero galvanizado en caliente o PRFV y estarán constituidos por pletinas de 30 x 2 o 30 x 3 mm, unidas formando mallas de 30 x 30 mm. Estas mallas conformarán a su vez, piezas unitarias de dimensiones máximas de 3 m x 1 m.

Los cercos y piezas angulares de apoyo para encajar los tramex tendrán la misma protección frente a la corrosión que estos.

El acabado deberá ser antideslizante, para lo cual los metálicos serán de doble pletina con doble diente de sierra.

Los tramex irán sujetos a la estructura soporte mediante tornillos, tuercas y piezas inferiores adaptables de acero inoxidable.

Las zonas de tránsito de peatones por debajo de la superficie cubierta con los tramex, llevarán incorporado en éste, una malla de protección cuya abertura máxima de los intersticios será de ocho milímetros (8 mm).

Deberán estar diseñados para soportar operarios, herramientas y partes de la instalación que se puedan colocar sobre ellos durante el montaje y revisiones periódicas.

### **2.15.6 Estructuras de PRFV**

Las estructuras de PRFV deberán cumplir la norma UNE-EN 13706: “Materiales compuestos de plástico reforzado. Especificaciones para perfiles pultruidos”.

Los materiales a utilizar en las estructuras de PRFV serán resina ISOFTÁLICA en el caso de que el elemento se sitúe en espacios sin agresión química y resina VINILESTER, para los casos en los que se localice en espacios confinados con agresión química.

Este tipo de material no se usará nunca en exteriores

Las características de los materiales serán las siguientes:

- Resistencia UV 5 en la escala de grises conforme a norma UNE-EN ISO 4892-parte 2: “Plásticos. Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio. Parte 2: Lámparas de arco de xenón”.
- Resistencia al fuego M-1 (ASTM-E84)
- Resistencia al humo F-1 (ASTM-E84)
- Pigmentación mediante resina tintada

### **2.15.7 Tapas de pozo de registro**

El presente artículo se refiere a las especificaciones que deberá cumplir el conjunto de tapa de hormigón-fundición y anillo de soporte de la misma que se dispondrá en los pozos de registro visitables de la obra.

Características del material.

Los marcos de hormigón-fundición serán circulares. Llevarán embutido un aro circular de fundición, especialmente diseñado para recibir las tapas de hormigón-fundición, si bien pueden acoplarse también en él las tapas de fundición.

Las tapas de hormigón-fundición serán piezas mixtas diseñadas para cubrir la gama de cargas contempladas en la Norma UNE EN 124.

Dispondrán de asiento y borde, o contorno de hierro fundido para protección de los cantos, en cuyo interior se funde el hormigón, que dotará a las tapas de un peso notable que impide su fácil manipulación sin útiles adecuados y evitará su sustracción.

Transporte y almacenamiento.

Se evitarán en el transporte y manipulación, los golpes que puedan dañar la superficie de apoyo de la tapa. Del mismo modo a la hora de la recepción se observará que no se han producido desprendimientos del hormigón que recubre los elementos de fundición.

El almacenamiento seguirá las prescripciones dadas para cualquier otro elemento de hormigón prefabricado.

Recepción y control de calidad.

La recepción se realizará a pie de obra, junto con el resto de elementos de los pozos de registro. Se rechazarán todas aquellas piezas que hayan perdido el recubrimiento de hormigón o que presenten un manifiesto deterioro o una merma de sus características físicas.

El contratista, de acuerdo con el suministrador, deberá garantizar que las tapas de hormigón-fundición reúnen todas las características exigidas en el presente Pliego. La Dirección de Obra podrá solicitar cuantos informes o certificados considere oportunos para verificar dicho extremo.

### **2.15.8 Medición y abono**

Los pates se medirán por unidades (ud) realmente colocadas y se abonarán al precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

Las tapas de registro se medirán por Ud conforme se indica en el Cuadro de precios nº1

Las tapas ciegas se medirán por m2 conforme se indica en el Cuadro de precios nº1

Las escaleras y protecciones para escalera de acero inoxidable AISI-316 o PRFV (según el caso) se medirán por metros (m) colocados en obra y se abonarán al precio que corresponda, de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

En estos precios se consideran incluidos el suministro y montaje, así como todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad considerada.

Las barandillas (PRFV o acero inoxidable) y las cadenas de seguridad se medirán y abonarán por metros realmente colocados, al precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

En estos precios se consideran incluidos el suministro y montaje, así como todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad considerada.

Las escaleras inclinadas de PRFV se medirán por metros (m) colocados en obra y se abonarán al precio que corresponda, de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

Las plataformas y rejillas de PRFV se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente colocada y se abonarán al precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

En estos precios se consideran incluidos el suministro y montaje, así como todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad considerada.

Las plataformas tramex se abonarán por m2 conforme se describe en el Cuadro de precios nº1, en el que se incluyen los soportes, angulares estructura, etc. Los precios distinguen la característica del tramex según su dimensión, material, característica de caga, etc.

En los precios se consideran incluidos el suministro y montaje, así como la parte proporcional de recercados, cortes, despuntes, soldaduras y todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad considerada.

## **2.16 TUBERÍAS**

### **2.16.1 Consideraciones generales**

- Transporte, almacenamiento y manipulación

Estas operaciones deberán realizarse sin que ninguno de los elementos sufra golpes o rozaduras, teniendo que depositarlos en el suelo sin brusquedades y sin dejarlos caer en ningún momento. En el caso de los tubos, estará prohibido rodarlos sobre piedras.

El transporte desde fábrica se realizará con medios adecuados a las dimensiones de los tubos, solicitándose si es el caso los permisos pertinentes para el transporte por carretera. En cualquier caso, el transporte, deberá hacerse siempre conforme a las vigentes normas de seguridad vial y de tráfico.

Si el transporte incluye tubos de distinto diámetro, será preciso colocarlos en sentido decreciente del mismo desde la hilera de la base hacia arriba, no admitiéndose cargas adicionales sobre los tubos que puedan producir deformaciones excesivas en los mismos. Además, se garantizará la inmovilidad de los tubos, apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cuñas de madera o elementos elásticos. Especial atención deberá prestarse a estos aspectos en el caso de los tubos flexibles y más cuidadosamente para tubos de PRFV.

Los tubos con uniones de enchufe y extremo liso deberán colocarse con los extremos alternados, de modo que los enchufes no queden en contacto con los tubos inferiores.

Cuando los tubos se almacenen sobre el terreno deberá comprobarse que éste será lo suficientemente resistente para soportar las cargas que se le transmitan y lo suficientemente liso para que éstos se apoyen en toda su longitud, sin riesgo de que piedras y otros salientes puedan dañarlos. Las precauciones serán máximas cuando se almacenen tubos de PRFV.

El acopio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad. Los tubos de hormigón, si disponen de una solera rígida y se garantizan las debidas condiciones de seguridad, pueden almacenarse en posición vertical, siempre que no se ocasionen daños en sus boquillas al colocarlos en esta posición.

El tiempo de almacenamiento deberá restringirse al mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente y, en cualquier caso, habrá que procurar la adecuada protección frente a posibles daños externos, especialmente en los anillos elastoméricos y las válvulas, los cuales deberán situarse en lugar cerrado y protegidos de la luz solar y de temperaturas elevadas. En los tubos de hormigón, en particular, deberá evitarse que sufran secados excesivos o fríos intensos, por lo que se almacenarán en lugares cerrados y protegidos de la luz solar y de temperaturas extremas.

Los tubos de materiales plásticos no deberán estar en contacto con combustibles o disolventes, estarán protegidos de luz solar y su superficie no podrá alcanzar temperaturas superiores a cuarenta y cinco grados centígrados (45 °C).

El acopio de las juntas elastoméricas se realizará en locales cerrados y se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- Las juntas se mantendrán limpias y no se expondrán a la intemperie hasta el momento de su utilización.
- Se almacenarán libres de tensión, compresión u otra deformación. Tampoco podrán almacenarse en locales con equipos capaces de generar ozono, gases de combustión y vapores orgánicos, ni deberán estar en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial disolventes, aceites y grasas, ni con metales.
- La temperatura de almacenaje estará comprendida entre diez y veinticinco grados

centígrados (10 °C y 25 °C).

- Los anillos elastoméricos se protegerán de la luz, en especial de la radiación solar directa. Se almacenarán en contenedores opacos.
- Estos anillos también se protegerán del aire en circulación, envolviéndolos y almacenándolos en envases cerrados.

Las operaciones de carga y descarga deberán realizarse de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo.

Se procurará que el movimiento de los tubos, una vez descargados, sea mínimo, por lo que la descarga se hará, en la medida de lo posible, cerca del lugar donde vayan a ser colocados, evitando que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Si la zanja no estuviera abierta en el momento de la descarga de los tubos, estos deberán colocarse en el lado opuesto a aquél en que piensen depositar los productos de la excavación, de tal forma que queden protegidos del tránsito de vehículos, explosivos, etc.

Las operaciones de carga y descarga de los tubos habrá que realizarlas mediante equipos mecánicos, si bien, para diámetros reducidos, podrán emplearse medios manuales. Nunca se suspenderá el tubo por un extremo ni se descargará por lanzamiento. Sí es admisible la descarga mediante estobos, enganchando para ello las bocas del tubo.

En cualquier caso, no se admitirán dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo, siendo recomendable, por el contrario, el uso de bandas de cinta ancha, eslingas recubiertas de caucho o procedimientos de suspensión a base de ventosas.

Cuando se empleen cables metálicos deberán protegerse con un recubrimiento adecuado.

No será admisible la rodadura o el arrastre de los tubos sobre el terreno, máxime si los tubos tienen revestimientos exteriores.

Si los tubos de materiales plásticos se transportan unos dentro de otros, la descarga de los mismos deberá comenzarse por los del interior. En los tubos de PVC-O, cuando se manejen con temperaturas inferiores a cero grados centígrados (0 °C), deberá prestarse especial atención a todas estas operaciones, evitando que sufran golpes.

#### Instalación de tuberías enterradas

Una vez ejecutada la excavación en zanja y previamente a la instalación de la tubería, el Adjudicatario realizará el replanteo previo de toda la traza de la conducción, señalando sus vértices y fijando puntos de referencia, de alineación y de nivel, a partir de los cuales se colocarán los tubos. Se replanteará también la posición de todas las piezas especiales y elementos singulares (valvulería, tomas, etc.). Este replanteo deberá ser aprobado por la Dirección de Obra, antes de iniciarse los trabajos.

Todos los elementos, tuberías, revestimientos de protección interior o exterior, en su caso, accesorios y material de juntas, se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, deberán examinarse de nuevo para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, suciedad, etc., para a continuación realizar su centrado y alineación. Posteriormente deberán ser calzados y acodalados con un poco de material de relleno para impedir su movimiento.

Las tuberías no podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual o una línea de soporte. No podrán apoyarse directamente en el fondo de la zanja, sino que deberán hacerlo en una cama de apoyo, cuya misión es asegurar una distribución uniforme de las presiones exteriores sobre la conducción.

Para tuberías con protección exterior, el material de la cama de apoyo y la ejecución de ésta deberá ser tal que el recubrimiento protector no sufra daños.

Las conducciones podrán reforzarse con recubrimiento de hormigón si tuvieran que soportar cargas superiores a las de diseño de la tubería, evitar erosiones y/o descalces, si hubiera que proteger la tubería de agresividades externas o añadir peso para evitar su flotabilidad bajo el nivel freático. Las características del hormigón y dimensiones de las secciones reforzadas deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

En general, no se colocarán más de cien metros (100 m) de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja.

Se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posible flotación de la tubería.

El Adjudicatario adoptará precauciones para evitar que las tierras puedan penetrar en la tubería por sus extremos libres, siendo responsable de la posterior limpieza de la conducción instalada. En el caso de que alguno de dichos extremos o ramales vaya a quedar durante algún tiempo expuesto, se dispondrá un cierre estanco al agua suficientemente asegurado para que no pueda ser retirado accidentalmente.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes, en el caso de zanjas con pendientes superiores al diez por ciento (10 %), la tubería se colocará en sentido ascendente. En el caso de que esto no sea posible, se tomarán las debidas precauciones para evitar el deslizamiento de los tubos.

Las partes de la tubería correspondiente a las juntas se mantendrán limpias y protegidas.

En las uniones de enchufe y extremo liso, el empuje para el enchufe coaxial de los diferentes tramos será controlado, pudiendo utilizarse gatos mecánicos o hidráulicos, palancas manuales y otros dispositivos, cuidando que durante la fase de empuje no se produzcan daños.

En este tipo de unión deberá cuidarse especialmente que las superficies del tubo en contacto con el anillo elastomérico estén limpias y exentas de defectos superficiales, tales como coqueas o aristas que puedan afectar a la estanquidad o dañar al anillo.

Durante el montaje de la unión se efectúa el encaje correcto del anillo, comprobándose que los paramentos verticales del enchufe y del extremo liso están separados lo suficiente, para poder absorber los movimientos de la unión.

En las conducciones de fundición dúctil, de hormigón, de acero y de gres, la zona baja de la zanja se rellenará con material seleccionado, con un tamaño máximo de tres centímetros (3 cm), colocado en capas de pequeño espesor hasta alcanzar un grado de compactación igual o superior al noventa y cinco (95 %) del Proctor modificado. Se rellenará con este tipo de material treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo.

En el caso de tubos de material plástico (PVC-O, PRFV, PE, PVC-U y PP estructurados), la zona baja de la zanja de excavación se rellenará con gravilla de canto rodado de tamaño máximo 25 mm hasta quince centímetros (15 cm) por encima de la clave de la tubería. Se prestará especial atención a la colocación en obra sobre los tubos de PRFV; el manual AWWA M45 recomienda un tamaño máximo de partícula de 25, 32 o 38 mm en función de que su DN sea menor o igual a 900, esté comprendido entre 900 y 1200 o sea superior a este valor respectivamente.

En la zona alta se empleará relleno adecuado con un tamaño máximo recomendado de quince centímetros (15 cm), que se colocará en tongadas horizontales hasta alcanzar un grado de compactación no menor del cien por cien (100 %) del Próctor Modificado.

El material de relleno, tanto para la zona alta como para la baja, podrá ser procedente de la excavación de la zanja a menos que sea inadecuado.

#### Instalación de tuberías aéreas

En la instalación de tuberías aéreas, los tubos se colocarán sobre apoyos aislados, que podrán ser de hormigón o metálicos y en número tal que se asegure un funcionamiento sin vibraciones. Los

apoyos de hormigón se dispondrán con una cuna de asiento de la tubería, la cual abarca al tubo en un arco de entre ciento veinte y ciento ochenta grados (120° y 180°). Cuando se empleen zunchos metálicos, estos serán pletinas de cincuenta milímetros (50 mm), las cuales estarán protegidas contra la erosión y no deberán provocar, en ningún caso, el aplastamiento local del tubo.

En el caso de tubos de materiales plásticos el apoyo deber realizarse mediante pinzas o abrazaderas de material plástico o metálico, las cuales no deben comprimir al tubo.

La flecha máxima admisible en el centro de vanos entre apoyos será de 1/1000 de la longitud entre soportes, medida con la tubería en funcionamiento.

No se colocarán en ningún caso, tuberías al nivel del suelo ni a menos de uno con noventa metros (1,90 m) del piso en los lugares de paso, salvo en galerías donde, debidamente señalizadas se admitirá el cruce de tuberías cuya generatriz inferior distará del suelo una distancia mínima de uno con setenta metros (1,70 m).

Las uniones de los tubos y de las piezas especiales quedarán al descubierto para permitir el montaje y desmontaje de las mismas.

Se preverán dispositivos para compensar las dilataciones debidas a las variaciones de temperatura, circunstancia de especial importancia en las tuberías de acero y polietileno.

No se emplearán tubos de PE en instalaciones aéreas y si excepcionalmente, la Dirección de Obra autoriza su uso, las distancias máximas entre apoyos serán las contempladas en la Norma UNE 53394:2018 IN “Plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas”.

Los tubos de PVC-O se protegerán especialmente contra la acción de los rayos solares, no debiendo alcanzar la superficie exterior del tubo los cuarenta y cinco grados centígrados (45 °C).

#### Control de calidad. Aspectos generales

El fabricante deberá asegurar la calidad de sus productos durante la fabricación mediante un sistema de control de las materias primas y del proceso de fabricación, que garantice el cumplimiento de las prescripciones técnicas de la norma base utilizada para la producción de los componentes de las redes.

El Adjudicatario deberá facilitar la documentación necesaria para conocer las características técnicas, materias primas, proceso de fabricación, control de calidad durante el mismo, certificaciones de producto y recomendaciones de instalación y manipulación de los mismos.

Todos los componentes, con independencia del tipo de material, deberán ser sometidos a una inspección visual al finalizar el proceso de fabricación, de forma que se verifique la uniformidad en el color y el aspecto de los mismos, de forma que tanto la superficie exterior como la interior estén libres de irregularidades que puedan afectar negativamente a la hora de cumplir los requisitos previstos.

Cuando alguna directiva o reglamento de la Unión Europea obligue a que determinados componentes a instalar en las redes vayan identificados con el distintivo “CE”, se atenderá a lo dispuesto en ella.

A la llegada a obra se observará el cargamento con detenimiento, apreciando si los tubos han sufrido algún deterioro. Serán objeto de revisión visual los siguientes aspectos:

- Deterioros, desgastes o pérdidas del revestimiento exterior o interior de los tubos, en los tipos de tuberías que los llevan.
- Golpes, abolladuras o señales superficiales en cualquier parte de la superficie del tubo.
- Alteraciones de cualquier tipo producidas en los extremos de los tubos.

Cualquier anomalía que pudiera detectarse será responsabilidad del Adjudicatario, quedando obligado a la ejecución, si ello fuera posible, de todas las labores necesarias para la reparación de los

desperfectos ocasionados en el tubo hasta cumplir todas las especificaciones incluidas en el presente Pliego.

Todos los tubos reparados en obra por este concepto serán sometidos a las correspondientes verificaciones por la Dirección de Obra o tercero que ésta designe, antes de su aceptación final.

En caso de que los tubos dañados o reparados por el Adjudicatario ofrezcan alguna duda sobre su utilización en la obra, éstos serán definitivamente rechazados, pudiendo la propiedad reclamar la indemnización por daños y perjuicios que a tal efecto se establezca en el Contrato entre las partes.

Adicionalmente, la Dirección de Obra podrá proceder a la toma de muestras de tubos, accesorios y piezas especiales y a la ejecución de los ensayos previstos en la norma de referencia de producto conforme a lo que se determine en el Anejo de Control de Calidad.

Durante la ejecución de las obras, se realizarán ensayos mediante la utilización de líquidos penetrantes en todas las soldaduras realizadas en obra en los tubos de acero y en los de hormigón armado o pretensado con camisa de chapa, de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE-EN ISO 3452-1:2013 “*Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales*”, no debiendo detectarse ningún poro durante el ensayo.

Además, se deberá, sobre el diez por ciento (10 %) de las mismas, realizar ensayos por otros procedimientos, tales como radiografías o partículas magnéticas, de forma, que si los fallos detectados exceden porcentajes de más del cinco por ciento (5 %), este control radiográfico podría extenderse al cincuenta por ciento (50 %) de las soldaduras. Los ensayos por radiografías se ajustarán a las especificaciones establecidas en la Norma UNE-EN ISO 10675-1:2017 “*Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Niveles de aceptación para los ensayos radiográficos. Parte 1: Acero, níquel, titanio y sus aleaciones. (ISO 10675-1:2008).*”

En estos tubos se establecerán, además, como mínimo los siguientes puntos de control:

- Homologación de procedimiento de soldadura.
- Homologación de soldadores.
- Preparación de bordes para soldaduras a tope, si fueran necesarias, éstas deben realizarse en taller.
- Separación mínima/máxima entre chapas solapadas para soldar (boquillas entre tubos).
- Electrodo a utilizar y tipo.
- Otros tipos de soldadura en otros materiales.
- Alineación y nivelación de tuberías.
- Control de calidad soldaduras.
- Inspección visual.
- Control de calidad de la protección de las tuberías.

## **2.16.2 Tuberías de hormigón en masa o armado**

### **2.16.2.1 Definición y características**

Las tuberías de hormigón en masa o armado cumplirán las prescripciones contenidas en las Normas UNE-EN-1916 y UNE-127916, así como las contenidas en la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.

Los tubos se fabricarán con cemento resistente a sulfatos (SR) si el estudio geotécnico así lo determina. El valor de la carga que define la clase se refiere al de rotura (ver tablas 4 de la Norma indicada).

Los conductos serán fabricados por procedimientos que aseguren una elevada compacidad del hormigón. La resistencia a compresión en probeta de esbeltez 1 no será inferior a cuarenta Newton por milímetro cuadrado (40 N/mm<sup>2</sup>).



Los tubos de hormigón armado deberán tener simultáneamente las dos series de armaduras siguientes:

- Barras longitudinales continuas colocadas a intervalos regulares según las generatrices.
- Espiras helicoidales continuas o bien cercos soldados, colocados a intervalos regulares de quince centímetros (15 cm.) como máximo. Cuando el diámetro del tubo sea superior a mil milímetros (1500 mm.) las espiras o cercos estarán colocados en dos capas. Las juntas serán estancas tanto a la presión de prueba de estanqueidad como a posibles infiltraciones exteriores; resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería. Los conductos circulares tendrán juntas de enchufe y campana con anillo elástico.

Las piezas tendrán un buen acabado, con espesores uniformes y superficies regulares y lisas, especialmente las interiores.

Se rechazarán las piezas que presenten defectos o hayan sufrido roturas durante el transporte.

Los ensayos que podrán realizarse son los siguientes:

- Dimensiones.
- Armaduras.
- Ensayo de aplastamiento.
- Estanqueidad.
- Absorción de agua.
- Permeabilidad al oxígeno.
- Resistencia de la superficie de empuje en tubos de hinca.
- Resistencia del hormigón.

Todos ellos deberán efectuarse conforme a los métodos normalizados que se describen en la Norma mencionada UNE-127916.

Los tipos de tuberías a emplear son:

- Tubería circular de diámetro no superior a seiscientos milímetros (600 mm): hormigón en masa, clase R.
- Tubería circular de diámetro superior a seiscientos milímetros (600 mm): hormigón armado, clase 135 para altura de relleno sobre su generatriz superior no mayor de 3,50 m. y clase 180 para alturas superiores (salvo justificación técnica).

Los tubos deberán llevar marcado como mínimo, de forma legible e indeleble, los siguientes datos:

- Marca del fabricante.
- La sigla SAN, y las siglas HM (tubo de hormigón en masa) y HA (tubo de hormigón armado).
- Diámetro interior.
- Fecha de fabricación.
- Clase resistente (C-N, C-R, C-60, C-90, C-135 ó C-180).
- Tipo de cemento.
- Marca de calidad y marcado CE.
- Carga máxima de hincado para tubos de hinca.
- La sigla UNE-127916, UNE-EN-1916.

## Ejecución

El tipo de junta a emplear en las tuberías de hormigón armado será flexible mediante anillo elastomérico, siendo posible las disposiciones siguientes, atendiendo a la terminación de sus extremos:

- Uniones con macho escalonado.
- Uniones con macho acanalado.

Las juntas de elastómero deberán ser conformes con lo especificado en la Norma UNE-EN 681-1:1996 "Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado".

Los tubos de hormigón que se instalen mediante hincas irán dispuestos con uniones rígidas, bien por virola fija, virola libre o por boquilla a medio espesor, quedando, en cualquier caso, los frentes de los tubos siempre planos. En los dos primeros casos, las virolas deberán ser de acero inoxidable conforme a lo indicado en la Norma UNE-EN 10025-1:2006.

## Control de calidad

### Control de calidad de la fabricación

Para el control de calidad de la fabricación de los tubos será de aplicación lo especificado en las Normas UNE-EN 1916:2008 y en la UNE 127916:2017.

Asimismo, en el caso de requerirse evaluación de la conformidad para todos los elementos, será de aplicación lo indicado en el Anexo H de la norma citada.

### Control de calidad de la instalación

Se comprobará que la conducción está convenientemente colocada sobre el lecho de asiento, que no haya sufrido ningún desperfecto durante la manipulación y que deflexiones angulares máximas admitidas en las uniones flexibles de los tubos de hormigón serán las especificadas en la UNE-EN 1916:2008.

### Tolerancias

La tolerancia sobre el valor declarado para la longitud nominal (L) de los tubos, según UNE-EN 1916:2008 y UNE 127916:2017 será:

- $DN < 1500$   $\pm 1 \%$  del valor de la longitud declarada por el fabricante
- $DN \geq 1500$   $+50 \text{ mm}/-20 \text{ mm}$

La tolerancia sobre el espesor de la pared del tubo será el menor valor de los siguientes:

- El noventa y cinco por ciento (95 %) del espesor de la pared declarado por el fabricante.
- El espesor de pared declarado por el fabricante menos cinco milímetros (5 mm).

La tolerancia admitida en la rectitud del tubo será menor del cero con treinta y cinco por ciento (0,35 %) de su longitud.

### **2.16.2.2 Medición y abono**

El precio al que se abonará cada tubería será el que corresponda a su diámetro, clase y tipo de hormigón utilizado en su fabricación, de acuerdo con los precios que figuren en el Cuadro de Precios.

En los precios se considera incluida la parte proporcional de junta elastomérica, así como las pruebas necesarias para ponerla en funcionamiento.

La medición y abono de la obra ejecutada en un momento dado será:

- a) El 90 % del total de la unidad cuando esté totalmente instalada.
- b) El 10 % del total de la unidad cuando haya sido probada satisfactoriamente.

### 2.16.3 Tuberías de pared estructurada

#### 2.16.3.1 Definición y características

Los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada objeto de este artículo sólo podrán emplearse en redes de saneamiento y deberán cumplir con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 13476 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de poli de (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE).

La serie de diámetros normalizados a utilizar será:

250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1200

Los tubos de PVC-U de pared estructurada se clasificarán por su diámetro nominal (DN), expresado como diámetro exterior (OD) o diámetro interior (ID) según proceda, y por su rigidez nominal (SN).

Materiales

Estos tubos podrán ser fabricados con diversos materiales, PVC-U, PE o PP, y bajo muchos posibles diseños, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

- Tipo A: Tubos y accesorios con la superficies interna y externa lisas.
- Tipo B: Tubos y accesorios con la superficie interna lisa y la superficie externa perfilada.

El material de los tubos y accesorios tendrá las características que figuran en la tabla adjunta:

CARACTERISTICAS	PVC-U	PP	PE	Unidad
Módulo de elasticidad	≥ 3200	≥ 1250	≥ 800	MPa
Densidad media	≈ 1400	≈ 900	≈ 940	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente medio de dilatación térmica lineal	≈ 8 x 10 <sup>-5</sup>	≈ 14 x 10 <sup>-5</sup>	≈ 17 x 10 <sup>-5</sup>	K <sup>-1</sup>
Conductividad térmica	≈ 0,16	≈ 0,20	≈ 0,36 a 0,50	WK <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup>
Coefficiente de Poisson	0,40	0,42	0,45	(-)

#### Características tuberías de materiales termoplásticos de pared estructurada

En el caso de tubos de PVC-U y de PE de pared estructurada sólo se admiten rigideces nominales iguales o superiores a ocho kilo newton por metro cuadrado (8 kN/m<sup>2</sup>), mientras que para los tubos de PP, la rigidez nominal será de dieciséis kilo newton por metro cuadrado (16 kN/m<sup>2</sup>).

La serie de diámetros de las tuberías de PE y PP de pared estructurada se limita a los 400, y 500 mm.

La utilización de tubos de PE y de PP de pared estructurada se restringirá a los casos en los que la altura de tierras por encima de la generatriz superior del tubo sea menor de tres metros, y además, para los tubos de PP no deberán existir cargas de tráfico sobre los mismos.

La capa interior y exterior de los tubos y accesorios serán de color teja (aproximadamente RAL 8023).

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre y/o marca del fabricante.
- Material: PVC-U, PE o PP.
- Referencia a la Norma EN 13476.

- Diámetro nominal (DN), expresado como diámetro exterior o interior, según el caso.
- Tolerancia en el diámetro: sólo para tubos de PP y PE, la designación CT si requiere tolerancia.
- Tipo de conducción, A o B.
- Rigidez nominal (SN).
- Flexibilidad anular.
- Área de aplicación, aplicación prevista designada con una U si se encuentra a cierta distancia de un edificio y con una UD, si está destinada a usar bajo o cerca de un edificio.
- Marca de calidad.

#### A) Ejecución

Los sistemas de unión de los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada podrán ser:

- Unión flexible de enchufe y extremo liso con anillo elastomérico.
- Unión flexible mediante manguito soldado a uno de los extremos de la conducción con anillo elastomérico.

De acuerdo con la UNE-EN 13476, se permiten juntas de estanqueidad realizadas con otros polímeros distintos al PVC-U, PP o PE. El material utilizado deberá ser conforme a las Normas UNE-EN 681-1:1996, UNE-EN 681-2:2001 o UNE-EN 681-4:2001, según proceda.

La junta de estanqueidad no tendrá efectos perjudiciales sobre el material de la tubería.

#### B) Control de calidad

##### Control de calidad de la fabricación

Será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 13476.

##### Control de calidad de la ejecución

Será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 13476, en su parte quinta.

### 2.16.3.2 Medición y abono

Las tuberías de materiales termoplásticos de pared estructurada se medirán por metros (m) de conducción totalmente terminada y probada en obra y se abonarán, al precio que corresponda, en función del diámetro nominal y de la rigidez anular, de los que figuren en el Cuadro de Precios

### 2.16.4 Tuberías de polietileno

#### 2.16.4.1 Tipos de tuberías.

Los tubos de polietileno deberán cumplir con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 12201-1:2012 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades” y UNE-EN 12201-2:2012+A1:2014 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos”.

En general, las tuberías de polietileno a emplear serán PE-40, PE-80 y PE-100, tal y como se define en las normas UNE-EN 12201.

Para diámetros iguales o inferiores a 63 mm. se emplearán tuberías PE-40, mientras que para otros diámetros serán PE-80 ó PE-100.

Los tubos de PE se clasifican por su Tensión Mínima Requerida (MRS), su Diámetro Nominal (DN) y su Presión Nominal (PN).

#### 2.16.4.2 Características técnicas.

Los materiales básicos constitutivos de los tubos de PE son los siguientes:

Resina de polietileno, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 1872. Negro de carbono o pigmentos.

Aditivos, tales como antioxidantes, estabilizadores o colorantes. Solo podrán emplearse aquellos aditivos necesarios para la fabricación y utilización de los productos, de acuerdo con los requerimientos de las normas UNE-EN 12201.

Las características físicas a corto plazo de la materia prima utilizada deben ser las que siguen:

##### Tubos de polietileno

CARACTERÍSTICA	VALOR
Contenido de agua	< 300 mg/kg
Densidad	> 930 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de materias volátiles	<350 mg/kg
Índice de fluidez (IFM)	Cambio del IFM < 20% del valor obtenido con la materia prima utilizada
Tiempo de inducción a la oxidación	> 20 min.
Coef. de dilatación térmica lineal	2 a 2,3 E-4 m/m°C-1
Contenido en negro de carbono (tubos negros)	2 a 2,5% en masa

Respecto al color de los tubos, según las normas UNE-EN 12201, los tubos deben ser azules o negros con banda azul.

En su caso, el contenido en peso en negro de carbono de los tubos y las piezas especiales debe ser de 2 a 2,50%.

#### 2.16.4.3 Características mecánicas.

Se refieren tanto a la materia prima como a los propios tubos:

a) Para tener en cuenta la pérdida de resistencia con el tiempo en el PE, los valores a dimensionar corresponden con los que el tubo tendrá dentro de 50 años.

b) La Tensión Mínima Requerida (MRS) en N/mm<sup>2</sup> es de 4,0 para PE-40, 8,0 para PE-80 y 10,0 para PE-100, según se especifica en las normas UNE-EN 12201.

c) El coeficiente de seguridad C recomendado en UNE-EN 12201 es, como mínimo, de 1,25.

d) La tensión de diseño ( $T_s = MRS/C$ ), dado en N/ mm<sup>2</sup>, adoptando el valor de C=1,25, corresponderá, según las normas UNE-EN 12201 y UNE-EN 13244 a 3,2 para PE-40, 6,3 para PE-80 y 8,0 para PE-100.

#### 2.16.4.4 Características dimensionales.

Los diámetros nominales que figuran en la norma UNE-EN 12201. En las tuberías a utilizar para saneamiento o abastecimiento (según el caso) será de PN6, P10 y PN16 según las necesidades.

#### 2.16.4.5 Tipos de uniones admitidas.

Los tipos de uniones admitidas en los tubos de polietileno son:

- Excepcionalmente unión mediante accesorios mecánicos: Los accesorios son usualmente de polipropileno o latón y se obtiene la estanqueidad al comprimir una junta sobre el tubo, a la vez que el elemento de agarre se clava ligeramente sobre el mismo para evitar el arrancamiento.

- Unión por electrofusión: Requiere rodear a los tubos a unir por unos accesorios que tienen en su interior unas espiras metálicas por las que se hace pasar corriente eléctrica de baja tensión (24-40 V), de manera que se origine un calentamiento (efecto Joule) que suelda el tubo con el accesorio.

El empleo de un tipo u otro depende del diámetro de la tubería, aunque se recomienda, a poder ser, la unión por electrofusión.

#### **2.16.4.6 Marcado de tuberías.**

Todos los tubos y piezas especiales deben ir marcados con, al menos, las siguientes identificaciones:

Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.

- Fecha de fabricación (mes y año).
- Tipo de material.
- Diámetro nominal, DN.
- Presión nominal, PN.
- Espesor nominal, e (no necesariamente en las piezas especiales).
- Referencia a la norma UNE correspondiente en cada aplicación.
- Marca de calidad en su caso.

Estas indicaciones deben realizarse en intervalos no mayores de 1 m. El marcado puede realizarse bien por impresión, proyección o conformado directamente en el tubo de forma que no pueda ser origen de grietas u otros fallos.

#### **2.16.4.7 Colocación y pruebas de las tuberías.**

##### Control de calidad de la fabricación

Para el control de calidad de la fabricación de las tuberías de polietileno será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 12201.

No está normalizada la longitud nominal de los tubos suministrados en barras rectas, debiendo acordarse en cada caso con la Dirección de Obra.

En el caso de tubos que se suministren enrollados, el diámetro interior de la bobina no debe ser inferior a  $18 \cdot DN$ .

##### Control de calidad de la instalación

Cada tubo a conectar debe centrarse perfectamente con los adyacentes, con una desviación máxima respecto al trazado en planta y alzado de Proyecto de más o menos diez milímetros ( $\pm 10$  mm).

Se comprobará que la conducción está convenientemente colocada sobre el lecho de asiento, que no haya sufrido ningún desperfecto durante la manipulación.

Los conductos no podrán permanecer acopiados a la intemperie. Su colocación en zanja, debe realizarse con la holgura suficiente que permita absorber las dilataciones.

Las pruebas de la tubería instalada en obra, se efectuarán del mismo modo que para el resto de las tuberías de abastecimiento de agua, ateniéndose a lo especificado en el Artículo correspondiente del presente Pliego de Condiciones.

Todos los componentes deben ser conformes con las normas europeas correspondientes. Se pueden emplear normas alternativas en casos en los que no existan normas europeas, siempre que pueda demostrarse la aptitud al uso de los componentes.

Los materiales y elementos constitutivos empleados en la fabricación del accesorio (incluyendo elastómeros, grasas y cualquier parte metálica que pueda emplearse) deben ser tan resistentes a los ambientes externo e interno como los restantes elementos del sistema de canalización y deben tener, en las condiciones siguientes, una vida útil al menos igual a la de los tubos de PE conformes con la Norma EN 12201-2:2003

#### **2.16.4.8 Medición y abono**

La tubería se medirá y abonará por metros lineales (m), según el eje de la tubería, realmente colocados, según los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio aplicable comprende el suministro de la pieza especial, las juntas que se requieran, la protección interna y exterior, el transporte y montaje, la tornillería necesaria, así como las pruebas indicadas en este Pliego.

Las piezas especiales, tanto previstas como derivadas de la instalación real, necesarias para el montaje de las tuberías y su conexión a las existentes, no serán objeto de abono independiente, estando incluidas en el precio de las tuberías.

Los precios unitarios de las tuberías comprenden los correspondientes porcentajes de ensayos, transporte y acopios, juntas, tanto normales como reforzadas, piezas especiales, empalmes, cortes, apeos, etc.

#### **2.16.5 Tubería de fundición dúctil**

##### **2.16.5.1 Definición**

Los tubos de fundición dúctil objeto del presente artículo se emplearán en redes de saneamiento y deberán cumplir con lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 598:2008+A1:2009 “Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento. Requisitos y métodos de ensayo.”

##### **2.16.5.2 Materiales**

Esta unidad de obra consiste en el suministro, ejecución y tendido de las tuberías de fundición dúctil para saneamiento, donde se distinguen diversos diámetros y revestimientos función de la resistividad del terreno y riesgo de aparición de sulfhídrico en el interior.

Se utilizará tubería de fundición dúctil de saneamiento con junta flexible automática NBR, según norma EN-598.

##### **2.16.5.3 Revestimientos**

###### Revestimiento interno

Todos estos revestimientos deberán cumplir las especificaciones para los mismos de la Norma UNE-EN 598:2008+A1:2009.

- Cemento aluminosos en los tramos de impulsión en los que se ha previsto que no existan riesgos de aireación con formación de sulfhídrico.
- Poliuretano o revestimientos especiales equivalente resistente a ambientes agresivos y sulfhídrico según EN 15655 (ej: epoxi cerámico, etc.) cuando existen puntos bajos que generan aireación singular.

Excepcionalmente, y si así lo acepta la Dirección de Obra, podrán ser admisibles los revestimientos alternativos que figuran en el Anexo B de la citada norma.

###### Revestimiento externo

Para determinar el revestimiento exterior de los tubos se deberá realizar un estudio detallado del trazado del terreno para determinar las zonas de especial agresividad que necesiten de un revestimiento exterior especial

**En resistividades mayor a 5 ohm x m, el revestimiento externo estará formado por:**

- Una primera con aleación de cinc-aluminio: Electrodeposición de un único hilo de aleación cinc-aluminio en proporción 85%-15%, depositándose como mínimo 400 g/m<sup>2</sup>.
- Una segunda de pintura epoxi: Pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 100 μ.

Antes de la aplicación de la aleación de cinc-aluminio, la superficie de los tubos estará seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación del recubrimiento exterior será tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo, un secado en estufa).

La capa de acabado recubrirá uniformemente la totalidad de la capa de cinc-aluminio y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

En cumplimiento de la norma UNE EN 598, el fabricante deberá proporcionar evidencias a largo plazo del revestimiento mencionado.

**En resistividades menor a 5 ohm x m, el revestimiento externo estará formado por:**

- Revestimiento de poliuretano aplicado en fábrica con las características siguientes: poliuretano según norma EN 15655 o revestimientos especiales equivalente (epoxy cerámico) que deberán estar aprobados por la Dirección de Obra.

**Revestimiento de los accesorios**

Interior y exteriormente las piezas se recubren con pintura bituminosa, de forma que el espesor medio de la capa no sea inferior a 70 μ. Las piezas pueden suministrarse revestidas con barniz epoxy-poliuretano, depositado por cataforesis, con espesor mínimo de 70 μ., medido sobre placa testigo plana durante su aplicación.

En las zonas de especial agresividad donde se utilice tubería con protección exterior de poliuretano, los accesorios irán revestidos tanto interior como exteriormente con pintura epoxi con un espesor no inferior a 250 mm.

#### **2.16.5.4 Características constructivas**

**Aseguramiento de la calidad**

El proceso de producción será sometido a un sistema de aseguramiento de calidad, conforme a la norma UNE EN ISO 9001, y estará certificado por un organismo exterior.

**Dimensiones**

El espesor de pared mínimo de los tubos ( $e_{\min}$ ) viene dado en función del diámetro nominal y la clase de presión (C) correspondiente según se indica en la norma UNE EN 545. El espesor nominal (e) y su tolerancia será calculado por la fórmula:

$$e = e_{\min} + (1,3 + 0,001 \times DN)$$

La flecha máxima en mm, según ISO-2531, de 1,25 veces a la longitud en metros.

**Cargas de cálculo y tensiones admisibles**

Las tuberías deberán ser calculadas de acuerdo con la Norma UNE EN 545.

En todos los casos la resistencia mínima a la tracción en el tubo de fundición dúctil será de 420 MPa, el alargamiento mínimo a la rotura será del 10% y su dureza Brinell (HB) superior a 230.

En el cálculo de los tubos se considerarán todas las sollicitaciones que puedan tener lugar tanto en la fabricación como en el transporte, puesta en obra y en las pruebas y posterior funcionamiento en servicio.

**Datos a suministrar por el Contratista**



El Contratista facilitará los planos y datos necesarios con detalles completos, de las características y dimensiones de fundición, recubrimiento interior de cemento centrifugado, revestimiento exterior, juntas flexibles, piezas rectas, especiales y de conexión. Una vez aprobados se devolverá una copia al Contratista, no pudiendo ser fabricado ningún tubo Antes de dicha aprobación.

Los datos a suministrar por el Contratista incluirán: diámetro de las tuberías, presión de Proyecto, espesor de los tubos, clase de presión de los tubos y secciones de fundición (por metro lineal de tubo) y revestimiento interior para cada porción de tubería, cuya presión está definida en el presente Proyecto.

#### Marcado

Todos los elementos de la tubería llevarán las marcas distintivas siguientes, realizadas por cualquier procedimiento que asegure su duración permanente:

- Marca de fábrica.
- Diámetro interior en mm.
- Tipo de Unión.
- Identificación de fundición dúctil.
- Año de fabricación.
- Clase de Presión
- Identificación unitaria de cada tubo: todos los tubos irán identificados de manera clara e individual, de manera que permita encontrar la fecha de fabricación y modalidades de las pruebas de recepción y entrega.
- Marca de localización que permita identificar la situación de los tubos en el terreno, en relación con los planos y datos facilitados por el Contratista.

#### Pruebas en fábrica y control de fabricación

El suministro de los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería será controlado por la Dirección de las Obras durante el período de su fabricación, por lo que se nombrará un agente delegado que podrá asistir durante este período a las pruebas preceptivas a que deben ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose, también, dimensiones y pesos.

Independientemente de dichas pruebas, la Dirección de las Obras se reserva el derecho de realizar en fábrica, por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisas, para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación, según las prescripciones de este Pliego.

El Contratista avisará a la Dirección de las Obras con quince días de antelación, como mínimo, del comienzo de la fabricación del suministro y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

Del resultado de los ensayos se levantará un acta firmada por el representante de la Dirección de las Obras y Contratista.

El representante de la Dirección de las Obras, en caso de no asistir a las pruebas obligatorias en fábrica, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuarán, en forma satisfactoria, dichos ensayos.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones y pruebas:

#### En el proceso de fabricación propiamente dicho:

*A la salida del horno de tratamiento:*

- Control de la toma de anillos de muestra y su contrastado

- Control del estado de la superficie y aspecto general del tubo, rectitud, no ovalidad, etc.

*Pruebas de presión:*

- Verificación constante de los tiempos, presiones y resultados de las pruebas de resistencia y estanqueidad.

*Al salir a la mesilla del fin de proceso:*

- Verificación de enchufes, superficies de junta y colas de tubo en interior de los mismos.
- Nueva inspección del espesor de la superficie.
- Una verificación del espesor y diámetro exterior máximo en uno de cada cinco tubos.
- Referenciado de cada tubo aceptado, con la referencia tubo y orden, pintados sobre el frente del enchufe.
- Marcado, con contraseñado imborrable, de los rechazados.

*Control mecánico y análisis metalográfico*

- Del último tubo y de la contrabrida de cada lote de 50 fabricados, se extraerá un anillo para la obtención de probetas de tracción.
- Las probetas para ensayos mecánicos, tendrán una parte cilíndrica, cuyo diámetro será de 3,56 mm. y la longitud de 17,8 mm. y sacada de la generatriz del tubo. De dicha probeta se comprobará la resistencia a tracción, alargamiento, límite elástico, dureza y análisis metalográfico, que de no cumplir los valores indicados en la Norma UNE EN 598, se extraerán otras dos probetas del mismo anillo. Si alguna de estas dos probetas no cumpliera con los valores indicados, quedará rechazado el lote de 50 tubos.

*Control dimensional*

- Sobre cada tubo y en las contrabridas se realizará un control de dimensiones del enchufe del extremo del tubo y de toda la parte lisa, aceptándose los que cumplen las tolerancias de la Norma UNE EN 598, siendo rechazado el tubo que no la cumpla.

*Inspección visual*

- Se comprobará sobre cada tubo y en las contrabridas la ausencia de poros, huecos u otras imperfecciones que dificulten el uso para el que ha sido solicitado, especialmente en el enchufe, una vez realizado el mecanizado del asiento para la junta, y en el extremo liso después del esmerilado del mismo, por lo que se rechazará el tubo que tenga alguno de los defectos señalados en el apartado de Características Técnicas.

*Prueba hidráulica*

- Todos los tubos se someterán en fábrica y Antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no será inferior a 15 s, de los cuales 10 s serán a la presión de ensayo.
- Dicha prueba consiste en mantener agua en el interior del tubo a una presión equivalente a la clase de presión que corresponda a cada tubo, no admitiéndose ningún tipo de pérdidas.
- Todas las piezas especiales se probarán en fábrica a estanqueidad con aire durante 15 segundos. Dicha prueba consiste en mantener la pieza con aire como mínimo a 1 bar de presión y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.

En el laboratorio

- Control de la preparación de probetas y verificación del contrastado. Control dimensional de las mismas.

- Pruebas de rotura, límite elástico, alargamiento y dureza.
- Contraste de los resultados de los análisis metalográficos. Estos se efectuarán intercalados en el control de la fabricación para evitar el dar por buenos tubos con estructuras matrices y nodulación no aceptable, aunque superen el resto de pruebas y controles.
- Comprobación esporádica de los análisis químicos de colada C, Si, S, Mn.

#### En el proceso de pintado

- Comprobación del referenciado de los tubos del lado de carga de la máquina, Antes del pintado.
- Comprobación del acabado de pintura.
- Pintado del anagrama de inspección.

Serán a cargo del Contratista todos los ensayos y pruebas obligatorios y los exigibles que se indiquen en este Pliego.

#### *Generalidades sobre los materiales*

Todos los elementos que entran en la composición de los suministros y obras procederán de talleres o fábricas notoriamente conocidos, aceptados por la Dirección de las Obras.

Para el control de calidad de la fabricación de las tuberías de fundición dúctil será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 598:2008+A1:2009.

#### *Tolerancias*

Los valores mínimos de la desviación angular admisible en las uniones flexibles serán:

DN	Tipo de unión	
	Sin acerrojar	Flexibles restringidas
DN < 300	3° 30'	1° 45'
350 < DN < 600	2° 30'	1° 15'
700 < DN < 2000	1° 30'	45'

Desde la fabricación hasta su suministro en la obra, las tuberías se manipularán y transportarán en paquetes hasta DN 300 o bien de forma individual para DN >300, sin realizar ningún tipo de anidamiento en tubos de diferentes diámetros con el fin de salvaguardar las propiedades del material y las propiedades de los revestimientos exteriores e interiores.

#### *Generalidades sobre la fabricación de tubos*

Los tubos deben fabricarse en instalaciones especialmente preparadas, con los procedimientos que se estimen más convenientes por el Contratista. Sin embargo, deberá informarse a la Dirección de las Obras sobre utillaje y procedimientos a emplear, así como de las principales modificaciones que se pretenden introducir en el curso de los trabajos.

La Dirección de las Obras podrá rechazar el procedimiento de fabricación que a su juicio no es adecuado para cumplir las condiciones que se exigen a los tubos dentro de las tolerancias que se fijen; pero la aceptación del procedimiento no exime de responsabilidad al Contratista en los resultados de los tubos fabricados.

Los tubos se fabricarán por centrifugación, por vertido en moldes verticales y vibración, por combinación de ambos métodos, o por cualquier otro adecuado que sea aceptable a juicio de la Dirección de las Obras.

Cuando la fundición de los tubos se vierta en moldes verticales u horizontales, debe efectuarse el vertido en forma relativamente continua para evitar interrupciones largas o frecuentes.

Cuando se use el método de centrifugación, debe colocarse la suficiente cantidad de colada en los moldes durante la operación de carga, de forma que asegure en la tubería el espesor de pared previsto y con un mínimo de variaciones en el espesor y en los diámetros en toda la longitud de la tubería; de todas formas, las variaciones no excederán de las tolerancias permitidas. La duración y velocidad de la centrifugación debe ser la suficiente para permitir una completa distribución de la colada y producir una superficie interior lisa y compacta. Se dispondrán elementos de control suficientes para poder comprobar ambos importantes factores.

#### *Tolerancias*

Los valores nominales del diámetro interior de los tubos, expresados en mm, son iguales a los números que indican su diámetro nominal y las desviaciones límite en cuanto al diámetro interior será de -10 mm., según se indica en la norma UNE EN 545.

El espesor mínimo de la pared de los tubos será el indicado en la norma UNE EN 545 para cada diámetro en función de la clase de presión correspondiente.

Los anillos de junta deben ser construidas de tal forma que quedaran perfectamente encajados en su ubicación en los enchufes de los tubos.

La longitud máxima de los tubos establecida en la norma UNE EN 545 que permita un fácil transporte y montaje de las tuberías, y que permita la alineación y perfil dado en los planos; la longitud de los tubos será uniforme, y no se admitirán variaciones superiores a  $\pm 5\%$  sobre la longitud nominal.

#### **2.16.5.5 Piezas especiales**

Se entiende por piezas especiales todos aquellos elementos de la conducción distintos de los tubos rectos normales: curvas, té, bifurcaciones, etc.

Los requisitos a los cuales deben satisfacer tales piezas son análogos a los exigidos a los tubos sobre los cuales las piezas deben ser montadas, en especial en los que se refiere al tipo de juntas, etc.

Las curvas de gran radio, verticales u horizontales, podrán hacerse con tubos rectos siempre y cuando el ángulo que formen dos tubos consecutivos no sea superior a la mitad de la tolerancia marcada por el fabricante; la máxima abertura de las juntas, así como la mínima separación para relleno de éstas en la parte exterior del tubo será justificada por el Contratista, debiendo ser sometida forzosamente a la aprobación de la Dirección de las Obras.

Estas piezas especiales deberán tener un revestimiento análogo a los de la tubería, según el tramo en el que se encuentren.

#### **2.16.5.6 Juntas para tuberías**

El Contratista, Antes de aprobar la tubería, indicará como mínimo:

- Fabricante de la junta.
- Tipo de junta y características geométricas y físico-químicas.
- Experiencia en obras similares.

El diseño de las juntas, sus dimensiones y las tolerancias de las mismas, será fijado a propuesta del Contratista y debe ser sometido de modo imperativo a la aprobación de la Dirección de las Obras, mostrando los ensayos de prestaciones relativos a la unión que fija la norma UNE EN 5598 realizados por el fabricante para cada diseño de unión.

Con el fin de garantizar un perfecto acople y compatibilidad de los diferentes diseños de unión entre tubos y piezas especiales, tanto los tubos como las piezas especiales serán fabricados y suministrados por el mismo fabricante

El diseño de unión será tal (junta automática flexible o exprés) que permita un sencillo montaje y desmontaje, y, además, que responda a requisitos exigidos de impermeabilidad e

inalterabilidad en el tiempo, que asegure la continuidad entre los diversos elementos de la tubería, sin que por otra parte transmita esfuerzos perjudiciales a los elementos contiguos.

Para instalaciones donde se requiera que la tubería trabaje a tracción, el tipo de junta será acerrojada. Los diseños de las juntas acerrojadas también deberán mostrar los ensayos de prestaciones de la unión para su aprobación.

La terminación en fábrica de la superficie de los tubos o manguitos, en la cual deban colocarse los anillos de goma, deberá ser perfectamente lisa, de forma que resulten libres de asperezas o excentricidades que impidan a la junta realizar la misión encomendada.

La parte metálica de las juntas debe resultar completamente protegida contra los ataques exteriores, corrientes eléctricas, descargas, etc. exactamente igual que lo sean los tubos contiguos.

La junta debe ser en cualquier caso ejecutada de tal forma que, cuando los tubos se extiendan en zanjas, la tubería constituya una conducción continua, impermeable al agua, con superficie interior lisa y uniforme, permitiendo ligeros movimientos de los tubos debidos a contracciones, asentamientos, etc. La goma, u otro material impermeabilizante aceptado por la Dirección de las Obras, debe ser el único elemento de la junta encargado de la impermeabilidad, de modo que en las pruebas que se efectúen, este elemento resista perfectamente la presión hidráulica interior, sin la colocación de los manguitos de hormigón o metálicos que sirven para dar rigidez a la tubería.

#### *Goma para juntas*

El elastómero de las juntas será EPDM de tipo bilabial con dureza uniforme en todo su cuerpo y será conforme a la norma UNE EN 681-1.

La goma para las juntas deberá ser homogénea, absolutamente exenta de trozos de goma recuperada y tener una densidad no inferior a 0,95 kg/dm<sup>3</sup> o superior a 1,1 kg/dm<sup>3</sup>.

El contenido de goma en bruto de calidad elegida (crepp o Smoked tipo RMA IX) no deberá ser inferior al 75% en volumen.

Deberá estar totalmente exenta de cobre, antimonio, mercurio, manganeso, plomo y óxidos metálicos, excepto el óxido de cinc; tampoco contendrá extractos acetónicos en cantidad superior al 3,5%.

El azufre libre y combinado no superará el 2%. Las cenizas serán inferiores al 10% en peso, las escorias estarán compuestas exclusivamente de óxido de cinc y negro de humo de la mejor calidad; estarán exentas de sílice, magnesio y aluminio.

El extracto clorofórmico no deberá ser superior al 2% y el extracto en potasa alcohólica y la carga no deberán sobrepasar el 25%.

Aparte de los antienviejecedores, las gomas deberán estar compuestas de óxido de cinc puro, y de negro de humo puro, siendo tolerado de un modo imperceptible el carbonato cálcico.

Las piezas de goma deberán tratarse con antienviejecedores, cuya composición no permita que se enmohezca su superficie o se alteren sus características físicas o químicas después de una permanencia durante cuatro meses en el almacén, en condiciones normales de conservación.

Para las conducciones de agua potable, las sustancias que pudieran alterar las propiedades organolépticas del agua no serán admitidas en la composición de la goma.

#### *Características y pruebas tecnológicas de las gomas para juntas*

Por cada lote de 50 juntas se hará un ensayo completo de:

- La prueba de dureza se efectuará con durómetro Shore, a la temperatura 20°C ± 5%, y con arreglo a normas aprobadas, y deberá dar un grado de dureza de 70 (dureza entre 66 y 75)
- El alargamiento a la rotura no será inferior al 225%, efectuado con arreglo a las normas

aprobadas.

- La carga de rotura referida a la sección inicial no será inferior a 9 MPa.
- A efectos de deformación remanente, una o parte de ella será sometida entre dos moldes rígidos veinticuatro horas a 20° C y comprimida hasta alcanzar el 50% de la dimensión original. Sacada del molde deberá, en diez minutos, alcanzar la dimensión primitiva, con una tolerancia del 10% y, en una hora, con el 5%.
- Para apreciar la resistencia al calor y al envejecimiento, la prueba de deformación permanente se repetirá cinco veces, manteniendo la junta comprimida veinticuatro horas en la estufa a 70°C, en ambiente seco. La deformación residual, medida al sacar la junta del molde, deberá ser menor del 15% de la dimensión original y deberá alcanzar en una hora la dimensión primitiva con el 10% de tolerancia. Efectuadas las pruebas de dureza, alargamiento y carga a la rotura, sobre juntas sometidas setenta y dos horas a 78°C, en estufa con ambiente seco, y después veinticuatro horas en ambiente normal, se obtendrán los mismos resultados sobre las juntas indicadas en los apartados anteriores, con tolerancia inferiores al 10%.

### **2.16.5.7 Condiciones de almacenamiento**

#### *Temperatura*

La temperatura de almacenamiento deberá ser inferior a 25°C y preferentemente inferior a 15°C. Los focos de calor de los almacenes deberán ajustarse de manera que la temperatura del artículo almacenado no sea superior a 25°C. Los efectos de las bajas temperaturas son nocivos para los artículos elastoméricos, pues éstos pueden hacerse más rígidos si están almacenados a bajas temperaturas y por ello se tendrá cuidado de no distorsionarlos durante su manejo a dichas temperaturas. Cuando se retiran los artículos almacenados a bajas temperaturas para emplearlos inmediatamente, su temperatura deberá elevarse aproximadamente a 30°C, Antes de ponerlos en servicio.

#### *Humedad*

Se deberá evitar la humedad; las condiciones de almacenamiento deberán ser tales que no se produzca condensación.

#### *Luz*

Los elastómeros deberán protegerse de la luz, en especial de la radiación solar directa y de las radiaciones artificiales con un elevado porcentaje de los ultravioletas. Si los artículos no están envasados en contenedores opacos, se recomienda recubrir todas las ventanas del almacén con un revestimiento o pantalla roja y opaca.

#### *Oxígeno y ozono*

Cuando sea posible deberán protegerse los elastómeros del aire de circulación, envolviéndolos, almacenándolos en contenedores herméticos o en otros medios apropiados.

Debido a que el ozono es especialmente nocivo, los almacenes no deberán tener equipos capaces de generar ozono, por ejemplo, lámparas fluorescentes o de vapor de mercurio, equipo de alta tensión, motores eléctricos u otro tipo de equipos que puedan producir chispas o descargas eléctricas silenciosas.

También deben de eliminarse gases de combustión o vapores orgánicos, ya que ellos pueden producir ozono por vía fotoquímica.

#### *Deformación*

Siempre que sea posible, deberán almacenarse los elastómeros libres de esfuerzos de tracción, compresión o de cualquier otro tipo. Si es imposible evitar la deformación, ésta deberá reducirse al mínimo, ya que ella puede producir una deterioración y una deformación permanente.

Cuando se envasen los artículos libres de esfuerzos, ellos deberán almacenarse en su envase original. Cuando se suministra el material en rollos deberá cortarse, si es posible, la cinta de retención de forma que se liberen los esfuerzos.

#### *Contactos con líquidos, semisólidos o sus vapores*

Los elastómeros no deben estar, en ningún momento de su almacenamiento, en contacto con materiales líquidos o semisólidos, especialmente disolventes, compuestos volátiles, aceites y grasas, a menos que ellos sean embalados de esta manera por el fabricante.

#### *Contacto con metales*

Se evitará almacenarlos en contacto con el cobre y manganeso, y se protegerá envolviéndolos o interponiendo una capa de papel o polietileno. No deben emplearse las películas plastificadas como envoltura.

#### *Contacto con materiales pulverulentos*

La mayoría de los materiales pulverulentos más corrientes son talco, creta y mica. Todo material pulverulento no debe contener ningún constituyente que tenga un efecto nocivo sobre los elastómeros.

#### *Contacto con otros elastómeros*

Debe evitarse poner en contacto elastómeros de composiciones diversas. Esto es especialmente aplicable a los elastómeros de colores diferentes.

#### *Elastómeros unidos a metales*

El metal no deberá entrar en contacto con otro elastómero diferente al que está unido y cualquier protección que sobre el mismo se realice deberá ser tal que no afecte nocivamente ni al elastómero ni al elemento de unión.

#### *Contenedores y material envoltorio*

El material de los contenedores, así como el empleado para envolver o cubrir los elastómeros, deberá estar libre de sustancias nocivas a los mismos, por ejemplo, naftenatos de cobre y creosota.

#### *Limpieza*

Se deberá prestar mucha atención a la limpieza de los elastómeros. La limpieza con agua y jabón es la más inofensiva. No deben emplearse abrasivos, objetos afilados y disolventes del tipo del tricloroetileno, tetracloruro de carbono e hidrocarburos.

Los artículos que se hayan limpiado deberán secarse a temperatura ambiente.

### **2.16.5.8 Control de calidad y pruebas**

### **2.16.5.9 Control de recepción de los materiales**

El control de recepción provisional se efectuará en fábrica, por lo que el fabricante facilitará los materiales y medios necesarios para ello. El personal inspector de la Dirección de Obra o el de la Empresa delegada, si han sido avisados con el tiempo suficiente durante el proceso de fabricación para presenciar los ensayos, comprobarán la realización de todos los ensayos del proceso de fabricación y podrán efectuar, adicionalmente, aquellas pruebas que consideren imprescindibles para garantizar la calidad del producto.

Para la tubería y las contrabridas se efectuará según la Norma UNE EN 598, y en las proporciones indicadas a continuación, según el caso; para los tornillos, se efectuará un control dimensional y pruebas en fábrica de 315 unidades sobre lote de 25.000 o menos, aceptándose el lote si la rotura se produce en un máximo de 5, y rechazándose si supera dicha cantidad.

De no poder asistir al proceso de fabricación por causas ajenas al fabricante, la inspección realizará posteriormente los siguientes muestreos y ensayos que deben cumplir, con la misma exigencia que los controles de proceso de fabricación, siendo rechazado el lote si alguna de las piezas ensayadas no cumple las características técnicas solicitadas.

- Control mecánico y análisis metalográfico  
Sobre dos de las piezas fabricadas por cada lote de 100.
- Control dimensional e inspección visual  
Sobre 10 de las piezas fabricadas por cada lote de 100.

De no poder asistir al proceso de fabricación por causas imputables al Contratista (avisar con menor antelación a la establecida) o por ser material en stock, la inspección realizará los siguientes muestreos y ensayos, de acuerdo con las exigencias de la Norma citada, y los controles de fabricación, siendo rechazado el lote si alguna de las piezas ensayadas no cumple las características técnicas solicitadas.

- Control mecánico y análisis metalográfico  
Sobre 5 de las piezas fabricadas, por cada lote de 100.
- Control dimensional e inspección visual  
Sobre 20 de las piezas fabricadas, por cada lote de 100.

El fabricante dispondrá de instalaciones adecuadas, dentro del territorio nacional, para la realización de las pruebas de control de calidad que la Dirección de Obra estime realizar a lo largo de la fabricación o suministro y en según la norma de producto EN 545.

#### **2.16.5.10 Certificados de fabricación y calidad**

El Contratista efectuará entrega con cada partida de material suministrado, de una fotocopia de los correspondientes certificados de fabricación y calidad del material, en la que constarán los resultados de los ensayos realizados en el proceso de fabricación (metalográficos, mecánicos, dureza hidráulica, neumática, etc.), para la tubería y accesorios de fundición, especificando que cumplen las Normas UNE. Asimismo, para los elastómeros, el Contratista se responsabilizará de su calidad y acompañará certificado de fabricación, en el que consten los resultados de los ensayos comparativamente con las exigencias que cumplen las Normas UNE.

El marcado unitario de los tubos permitirá establecer una correspondencia clara de los certificados facilitados con respecto al material suministrado.

Se hará entrega de la siguiente documentación:

- Certificado del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001.2008 de la empresa fabricante y de la empresa suministradora (en caso de ser diferente).
- Certificado de cumplimiento de la norma EN 598 para tuberías, accesorios y piezas especiales, el certificado debe hacer referencia a los tipos de tuberías y accesorios que se utilicen en la obra.
- Certificado de Sistema de Gestión Medioambiental ISO 14001, certificado nominativo de empresa fabricante y/o suministradora en caso de ser diferentes.
- Certificados de conformidad sanitaria de todos los productos en contacto con el agua potable (juntas, revestimientos, pasta lubricante...), según reglamentación europea existente en esta materia.
- Certificado de potabilidad del agua empleada en el mortero de cemento, debiendo presentarse muestras de que este control sobre el agua es continuo.
- Certificado conforme a UNE EN 197-1 del cemento empleado en el revestimiento



- interior de los tubos.
- Certificado de conformidad y prestaciones del revestimiento exterior de aleación de cinc-aluminio según se indica en norma EN 598.

### **2.16.5.11 Pruebas de la tubería instalada**

Son preceptivas las dos pruebas siguientes de la tubería instalada en la zanja:

- Prueba de presión interior.
- Prueba de estanqueidad.

El Contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario. El Director de las Obras podrá suministrar los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente, o comprobar los suministrados por el Contratista.

El agua necesaria para estas pruebas, deberá ser obligatoriamente potable, no permitiéndose agua que pueda crear una contaminación en el tubo.

#### Prueba de presión interior

A medida que avance el montaje de la tubería, se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud fijada por el Director de las Obras.

Se recomienda que estos tramos tengan longitud aproximada a los quinientos metros (500 m), pero en el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del diez por ciento (10%) de la presión de prueba.

Antes de empezar la prueba deben estar colocados, en su posición definida, todos los accesorios de la conducción. La zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las juntas descubiertas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida de aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba, una vez que se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible se dará entrada al agua por la parte baja, con lo cual se facilitará la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería.

En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión de aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería que se va a ensayar y estará provista de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Dirección de la Obra o previamente comprobado por la misma.

Los puntos extremos del trozo que se quiere probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales, que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas o fugas, y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentran bien abiertas. Los cambios de dirección, piezas especiales, etc., deberán ser anclados y sus fábricas con la resistencia debida.

La presión interior de prueba en zanja de la tubería será tal, que se alcance en el punto más bajo del tramo en prueba, una con cuatro (1,4) veces la presión máxima de trabajo. La presión se hará subir lentamente, de forma que el incremento de la misma no supere un (1) kilogramo por centímetro cuadrado y minuto.

Una vez obtenida la presión, se parará durante treinta minutos y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a raíz cuadrada de p quintos ( ), siendo p la presión de prueba en zanja, en kilogramos por centímetro cuadrado.

Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados, reparando las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algún tubo, de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la magnitud indicada.

Previamente a la prueba de presión se tendrá la tubería llena de agua al menos veinticuatro (24) horas.

#### Prueba de estanqueidad

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior, deberá realizarse la de estanqueidad.

La presión de prueba de estanqueidad será la presión de trabajo existente en el tramo de la tubería objeto de la prueba.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V = K L D$$

En la cual:

V: Pérdida total en la prueba, en litros.

L: Longitud del tramo objeto de la prueba, en metros.

D: Diámetro interior, en metros.

K: 0,300 (Tuberías de fundición).

Cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasadas, se repararán todas las juntas y tubos defectuosos; asimismo se reparará cualquier pérdida de agua apreciable, aun cuando el total sea inferior al admisible; siendo todas estas operaciones a cargo del Contratista.

#### **2.16.5.12 Medición y abono**

La medición y abono de tuberías de fundición dúctil comprende los siguientes aspectos:

- La tubería de fundición dúctil con revestimiento interior y revestimiento exterior conforme agresividad y resistividad del terreno
- Las juntas estándar o exprés, según indique la Dirección de las Obras, y los materiales que las componen; las juntas acerrojadas cuando se requiera resistir tracciones.
- Las pruebas.
- La limpieza final de la tubería.
- Las piezas especiales de unión
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

La tubería se medirá y abonará por metros lineales (m), según el eje de la tubería, realmente colocados, según los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio aplicable comprende el suministro de la pieza especial, las juntas que se requieran, la protección interna y exterior, el transporte y montaje, la tornillería necesaria, así como las pruebas indicadas en este Pliego.

El precio incluye las piezas especiales (codos, Tes, etc.) para su ejecución.

### **2.16.6 Tuberías de acero inoxidable**

Se utilizarán tuberías de acero inoxidable AISI- 316 L y deberán cumplir las especificaciones establecidas en la UNE-EN 10217-7:2015 “Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 7: Tubos de acero inoxidable”.

#### **2.16.6.1 Suministro y almacenamiento**

El Adjudicatario presentará las correspondientes certificaciones de composición química y características mecánicas de las tuberías de acero inoxidable y controlará la calidad del acero inoxidable para que el material suministrado se ajuste a lo indicado en la normativa vigente.

Los tubos serán transportados en camiones descubiertos adaptados al desplazamiento de tubos y su plataforma tendrá un largo suficiente para que los tubos no sobresalgan.

Si los remolques llevan teleros, éstos tendrán una resistencia suficiente para compensar la presión lateral ejercida por los tubos. Se recomienda disponer, como mínimo, de 3 teleros por fila y se aconseja prever soportes por la gran dimensión de los tubos.

El Contratista a la llegada del camión a obra en presencia del transportista o de su representante, examinará de cerca el estado del vehículo, así como el estado de la carga, asegurándose que los productos y las cuñas de protección no se han movido.

En caso necesario se constatarán los daños o faltas. Para efectuar la carga y descarga se colocará la flecha de la grúa justo encima del camión con el fin de levantar los tubos verticalmente. Se maniobrá suavemente y se evitarán los balanceos, golpes contra paredes u otros tubos, contactos bruscos con el suelo, así como el roce de los tubos contra letreros para preservar el revestimiento exterior. Estas precauciones son muy necesarias por las importantes dimensiones de los tubos, así como para proteger los revestimientos. Se utilizarán ganchos de goma de forma adecuada revestidos con una protección de poliamida.

Las tuberías están protegidas exteriormente por lo que no se podrán manejar con cadenas o eslingas de acero sin protección para no dañar el revestimiento exterior.

En ningún caso se depositarán directamente sobre el terreno. No se harán rodar ni arrastrar los tubos sobre el suelo ni se dejarán caer desde el camión al suelo ni sobre neumáticos o arena.

Los tubos se descargarán siempre en un lugar donde no molesten o donde no puedan ser dañados por los vehículos y máquinas que circulen cerca de éstos, es decir, en un parque de almacenamiento que será responsabilidad del Contratista su adecuada utilización y custodia.

las tuberías, ni en sus revestimientos ni por supuesto deformaciones permanentes.

#### **2.16.6.2 Control de calidad**

El Contratista presentará a la Dirección de Obra el Plan de Control de Calidad correspondiente a todos y cada uno de los trabajos que son necesarios para la realización de la recepción en obra y del montaje de las tuberías. Los puntos de control que como mínimo se establecerán serán, según los casos, los siguientes:

- Comprobación de la descarga de los tubos y piezas especiales a su llegada a obra.
- Desperfectos en piezas.
- Homologación de procedimiento de soldadura.
- Homologación de soldadores.
- Preparación de bordes para soldaduras a tope, si fueran necesarias, éstas deben realizarse en taller.
- Separación mínima / máxima entre chapas solapadas para soldar (boquillas entre tubos).
- Electrodo a utilizar y tipo.

- Otros tipos de soldadura en otros materiales.
- Alineación y nivelación de tuberías.
- Control de calidad soldaduras.
- Inspección visual.
- Líquidos penetrantes al 50%.
- Inspección por radiografías al 20%.
- Otros medios de inspección.
- Control de calidad de la protección de las tuberías.

### **2.16.6.3 Medición y abono**

La tubería se medirá y abonará por metros lineales (m), según el eje de la tubería, realmente colocados, según los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio aplicable comprende el suministro de la pieza especial, las juntas que se requieran, la protección interna y exterior, el transporte y montaje, la tornillería necesaria, así como las pruebas indicadas en este Pliego.

En los precios están incluidos, la parte proporcional de junta soldada, los codos y piezas especiales, y todas las pruebas necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de la tubería.

### **2.16.7 Piezas especiales de acero para tuberías**

#### **2.16.7.1 Definición y materiales**

Se refiere este artículo a los elementos accesorios de la conducción de acero al carbono, con diversas funciones y medidas, instalados en los lugares reflejados en la Documentación del Proyecto. La calidad y espesor del acero de estos elementos será igual o superior al del tubo de acero al que se encuentran unidos. Entre estos elementos accesorios, se encuentran los siguientes:

##### Pasamuros.

El fabricante deberá indicar la calidad del acero utilizado, que como mínimo deberá reunir las características Antes indicadas.

La Dirección de la Obra, exigirá un certificado de calidad del acero, según la Norma UNE36007/7 que corresponde a un acta de recepción firmada por un organismo oficial y por la fábrica siderúrgica.

La fábrica siderúrgica podrá emitir un certificado equivalente de otras normas, si bien se exige que se use la misma normativa, para el acero a utilizar y para su certificado de calidad.

Para la ejecución y dimensionamiento de las piezas especiales se deberá seguir en cuanto a definición geométrica y cálculo, lo indicado en la Norma AWWA C-208/83 complementado con la disposición complementaria C-208 a-84.

#### **2.16.7.2 Ejecución en taller**

Las piezas especiales de las tuberías deben construirse en taller, realizándose en obra el menor número posible de soldaduras.

La chapa para la ejecución de las virolas se curvará en frío.

La unión de las placas de acero y virolas entre sí se realizará por soldadura que podrá ser longitudinal, transversal o helicoidal.

La preparación de bordes se efectuará siguiendo las indicaciones de los Planos del Proyecto, o en su defecto, ateniéndose a las instrucciones contenidas en la Propuesta de Norma UNE 14.036.

Las soldaduras longitudinales o helicoidales se efectuarán siempre Antes que las transversales se crucen con ellas. No obstante, se podrán dejar sin soldar hasta el momento de ejecutar las uniones transversales, trozos de diez (10) centímetros de aquéllas, con objeto de facilitar el debido acoplamiento de las virolas contiguas.

El sobreespesor total de las soldaduras a tope no será superior al diez por ciento (10%).

El Contratista propondrá a la Dirección de la Obra un plan completo de fabricación de las piezas indicando el orden y modalidad de las soldaduras con objeto de evitar al máximo las tensiones residuales.

No podrá comenzar la fabricación sin la aprobación previa de la Dirección de la Obra y el Contratista está obligado a adoptar cuantas modificaciones se le impongan.

### **2.16.7.3 Control en taller**

El Control que se realice sobre estos elementos deberá ser ejecutado por una empresa homologada, elegida por la Dirección de la Obra.

Las calificaciones que se exigen a las soldaduras son las 1 y 2 (XR 1) del Instituto Internacional de Soldadura, admitiéndose la calificación 3, siempre que no existan defectos lineales. Si en algún tramo la calidad de las soldaduras no resulta aceptable, de acuerdo con lo indicado anteriormente, el Contratista corregirá el defecto y la nueva inspección de comprobación correrá de su cuenta.

En una misma soldadura no se permitirá más de dos (2) correcciones por fallo de ésta, siendo obligado a volver a empezarla de nuevo.

Los labios terminales de la virola deben ir preparados para la ejecución de la soldadura en obra.

En las soldaduras helicoidales o las que estén sometidas a esfuerzos de consideración se verificará el control que debe ser al cien por cien (100%) por gamma o radiografía.

En el caso de emplear soldadura longitudinal-transversal con piezas no sometidas a esfuerzos de consideración se realizará:

- Sobre costuras longitudinales: al cien por cien (100%) por ultrasonidos y control gamma o radiografías en las zonas en que se localicen defectos apreciables.

- Sobre costuras circulares: soldadas verticalmente girando progresivamente los tubos, control por muestreo con gamma o radiografía. El muestreo no será inferior, en principio, al veinte por ciento (20%) de la longitud total del cordón, incluyendo todos los cruces. En función de los resultados obtenidos, el muestreo podrá ampliarse hasta el cien por cien (100%).

- Sobre costuras circulares soldadas "in situ": control por muestreo con gamma o radiografía. Se radiografiará el cien por cien (100%) del cordón.

Aparte de este control se ejecutará el siguiente:

- En taller se comprobará que los soldadores que intervengan en la ejecución dispongan de los correspondientes certificados de aptitud, extendidos por Organismo competente, de acuerdo con la norma UNE-EN-287. Los gastos de estos certificados serán de cuenta del Contratista.
- Se comprobará que la preparación de bordes y la ejecución de soldaduras se realiza en forma satisfactoria y de acuerdo con los planos y especificaciones.
- Se comprobará que los electrodos empleados son adecuados a los materiales a soldar y cumplen las condiciones del Código ASME II, Sección C y que se respetan las instrucciones de uso dadas por los fabricantes.
- Se examinarán visualmente la totalidad de los cordones, comprobando su aspecto y

- midiendo sus espesores.
- Pintura. Se comprobará la calidad, exigiendo certificados de fábrica de las pinturas aplicadas.
  - Se comprobará la correcta preparación de superficies Antes de la aplicación de la pintura.
  - Se comprobará la aplicación de las distintas capas y se medirán los espesores de pintura aplicados.
  - Control dimensional. Se verificará un control unitario de dimensiones de acuerdo con los planos.
  - Acabado. Se realizará un detenido examen de aspecto de los elementos terminados. Se cuidará especialmente que no existan irregularidades ni discontinuidad en las superficies en contacto con el agua, para evitar focos de oxidación.

Una vez comprobado y aprobado en taller la correcta ejecución de la tubería se procederá a levantar un certificado de aptitud con sello impreso en el tubo para poder ser transportado a obra.

#### **2.16.7.4 Protecciones**

##### Protección interior

Las superficies Antes de ser pintadas deberán estar exentas de residuos de grasas y aceites, así como también de óxido y cascarilla de laminación.

La grasa o aceite se eliminará con disolventes apropiados como el "Disolvente para limpieza INTA 1632 12" ó Disolvente 150-210 16 32 02" haciendo uso de trapos embebidos en los mismos.

A continuación, se efectuará una limpieza de la superficie hasta conseguir un grado de limpieza de calidad SA-21/2 según la norma sueca SIS-05-5900, y posteriormente se efectuará la aplicación de dos manos de pintura epoxi, calidad alimentaria, con un espesor mínimo de doscientas (200) micras cada mano, medido sobre película seca.

La zona que vaya a ser soldada en obra, se dejará sin pintar en una franja de veinte (20) centímetros al lado de la soldadura a realizar, ejecutándose posteriormente en obra el recubrimiento indicado.

##### Protección exterior

En los elementos que vayan a estar en contacto con el aire se protegerán contra la corrosión mediante el siguiente tratamiento.

Se limpiará la superficie hasta conseguir un grado de limpieza de calidad SA-21/2; posteriormente se aplicará el mismo revestimiento que se haya dispuesto en el tramo en que se encuentre definida.

En las piezas especiales que vayan a estar embebidas en hormigón, se limpiarán mediante chorro de arena hasta conseguir un grado de limpieza de calidad SA-2, según la Norma sueca SIS 05-5900 y a continuación se la dará una capa de protección a base de látex de cemento.

El fabricante de las piezas, someterá a la aprobación de la Dirección de la Obra, las características de los materiales a emplear en las protecciones, y ésta deberá dar su aprobación a las mismas.

#### **2.16.7.5 Ejecución en obra**

La posición de la pieza será la reflejada en las diferentes arquetas de la conducción, tal y como se refleja en el Documento de Planos o, en su defecto, la indicada por la Dirección de la Obra.

Las juntas serán estancas a la presión de prueba, resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

Los accesorios quedarán alineados con la directriz de los tubos a conectar.

La descarga y la manipulación de los elementos se harán de forma que no reciban golpes.

Para realizar la unión de los tubos no se forzarán ni deformarán sus extremos.

Para la ejecución de la soldadura en obra será necesario el empleo de soldadores con el certificado de aptitud.

Se realizará la inspección siguiente:

1. Comprobación de materiales:

Se identificarán los materiales y elementos Antes de su montaje, comprobando que los que lo requieran, llevan las correspondientes marcas de inspección en taller.

2. Vigilancia del montaje:

Se comprobará la correcta presentación y montaje de los diferentes elementos. En particular:

- Presentación y preparación de bordes de los elementos a unir por soldadura.
- Todas las soldaduras se inspeccionarán visualmente al cien por cien.

En todas las soldaduras de montaje se verificará el control por gamma o radiografía con el siguiente muestreo:

En las soldaduras circulares realizadas "in situ", las radiografías serán del cien por cien.

El contratista, preparará un informe del resultado e interpretación de las radiografías y un croquis indicando la posición de la película en cada soldadura.

Este informe junto con las radiografías deberá formar parte del expediente de Control de Calidad que estará siempre a disposición de la Dirección de la Obra.

Una vez aprobada la soldadura se realizará el repaso de pintura tanto interior como exterior, cepillando la zona dañada por la soldadura y pintando las zonas soldadas.

Bajo ningún concepto se podrá soldar a la tubería llegada a obra, elementos de anclaje, apoyos provisionales, etc. que puedan dañar la pintura. La colocación de las piezas se realizará mediante viga carril, rodillos, etc. con el fin de no dañar nunca la pintura. Todos estos elementos de colocación deberán de ser por cuenta del Contratista.

### **2.16.7.6 Medición y abono**

La tubería se medirá y abonará según los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1.

### **2.16.8 Piezas y accesorios**

#### **2.16.8.1 Descripción**

Serán de aplicación lo especificado para los mismos en la Norma UNE-EN 545:2011 "Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo" o en la UNE-EN 598:2008+A1:2009 "Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento. Requisitos y métodos de ensayo", dependiendo de si se trata de accesorios para redes de abastecimiento y redes de reutilización o para redes de saneamiento.

Los accesorios a intercalar entre los tubos de PVC-O, al no fabricarse en dicho material, serán de fundición dúctil conformes a la Norma UNE-EN 12842:2013 "Racores de fundición dúctil para sistemas de tuberías de PVC-U o PE. Requisitos y métodos de ensayo".

Los accesorios y piezas especiales en polietileno (PE) deberán cumplir con lo especificado para los mismos en la UNE-EN 12201 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE)".

En el caso de los accesorios y piezas especiales en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) deberán cumplir con lo especificado en la UNE-EN 1796:2014 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP)” para redes de abastecimiento y con lo especificado en la UNE-EN 14364:2015 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento con o sin presión. Plásticos termoendurecibles reforzados con vidrio (PRFV) a base de resina de poliéster insaturado (UP). Especificaciones para tuberías, accesorios y uniones” para redes de saneamiento.

Atendiendo a su tipología podrán clasificarse de la siguiente forma:

- Codos.
- Tés.
- Conos.
- Placas reductoras.
- Bridas ciegas.
- Conectores (brida-enchufe, brida-liso, manguitos).
- Carretes.
- Collarines.

Los accesorios de fundición dúctil deberán ir provistos con un recubrimiento exterior e interior a base de resinas epoxi, y en su defecto de las mismas características de los tubos a instalar para los ambientes y resistividades esperados.

Excepcionalmente y si así lo autoriza la Dirección de Obra, podrá disponerse algún otro recubrimiento de los especificados en las Normas UNE-EN 545 o en la UNE-EN 598:2008+A1:2009, según el tipo de red considerado.

Las dimensiones de las piezas están normalizadas en las normas citadas, en función de tipo de tubo de que se trate.

Con respecto a la presión, no se admitirán accesorios de fundición dúctil inferiores a PN 16.

#### **2.16.8.2 Medición y abono**

La tubería se medirá y abonará según los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1. Las piezas especiales se encuentran incluidas dentro del abono de la tubería, por lo que no serán abonadas a parte.

#### **2.16.9 Pruebas de tuberías de saneamiento**

Para la realización de las pruebas de la tubería instalada en redes de saneamiento, la metodología a emplear será diferente según se trate de conducciones cuyo funcionamiento hidráulico sea en gravedad o en impulsión.

Con carácter general, se deberá probar la longitud total de la red instalada, salvo que el respectivo proyecto especifique otra distinta, en cuyo caso, la Dirección de Obra determinará los tramos que deben probarse.

##### Conducciones enterradas en gravedad

Cuando el funcionamiento hidráulico de la conducción sea en gravedad la prueba de la tubería instalada se realizará conforme a la metodología de la Norma UNE-EN 1610:2016 “*Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento*”, según la cual la prueba podrá hacerse bien con aire o con agua.

Podrá realizarse la prueba por separado de entronques, registros y cámaras de inspección, por ejemplo, la de tuberías con aire, y la de registros con agua. En el caso de un fallo aislado o continuo en



la prueba de aire, se permite el recurso a la prueba de agua y el resultado de la misma por sí sola deberá ser decisivo.

En cualquier caso, la prueba se realizará una vez se hayan colocado los tubos, los pozos y previo al relleno de la zanja, para lo que se obtendrá la entrada de la tubería en el pozo aguas abajo del tramo en prueba, así como cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua, llenándose completamente de agua la tubería y el pozo situado aguas arriba del tramo a probar.

- Prueba con aire (método L)

La prueba con aire podrá hacerse conforme a cuatro metodologías diferentes (LA, LB, LC o LD), basadas en que a medida que aumenta la presión del ensayo disminuye la duración de la prueba. La Dirección de Obra establecerá cuál es de aplicación en cada caso.

Los valores de la presión de prueba (STP), la duración del ensayo (t) y el descenso de presión admisible ( $\Delta P$ ) serán los establecidos en la tabla siguiente, según cual sea el material de la conducción, el diámetro nominal y el método de prueba seleccionado.

Material	Método prueba	STP	$\Delta P$	Duración de la prueba t (minutos)						
		(mbar)		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
Tubería de hormigón seca	LA	10	2,5	5	5	5	7	11	14	18
	LB	50	10	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100	15	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200	15	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Tubería de hormigón y de otros materiales mojada	LA	10	2,5	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50	10	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100	15	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200	15	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7

- Presión de prueba, indicador de presión y tiempo para ensayos con aire
- Prueba con agua (método W)

La prueba con agua consistirá en someter al tramo en prueba a una presión de prueba que no deberá ser superior a 50 kPa ni inferior a 10 kPa.

Transcurrido un tiempo de acondicionamiento posterior al llenado de las tuberías, 60 minutos suele ser suficiente, aunque puede ser necesario un periodo más largo para condiciones climáticas secas en el caso de tubos de hormigón, se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no haya pérdidas de agua significativas ni movimientos aparentes en la tubería.

A continuación, se procederá a medir y a anotar la cantidad de agua ( $\Delta V$ ) que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba ( $\pm 1$  kPa) durante un periodo no inferior a treinta minutos, debiendo ser esta inferior a los siguientes valores:

- 0,15 l/m<sup>2</sup> para las tuberías.
- 0,20 l/m<sup>2</sup> para tuberías incluyendo los pozos de registro.
- 0,40 l/m<sup>2</sup> para los pozos de registro.

#### Conducciones enterradas en impulsión

Cuando el funcionamiento hidráulico de la conducción sea en impulsión, la prueba de la tubería instalada se realizará conforme a la metodología general de la Norma UNE-EN 805:2000.

Dicha metodología general es de aplicación para las conducciones de cualquiera de los materiales incluidos en este Pliego excepto para las de comportamiento viscoelástico, como las de PE, en cuyo caso el procedimiento de verificación a seguir será el descrito en el Anexo A.27 de dicha norma.

Para todas las conducciones, la presión de prueba, STP, se calculará a partir de la presión máxima de diseño, MDP, considerando los siguientes dos casos:

- Golpe de ariete calculado en detalle:

$$STP = MDP_c + 0,1 \quad (\text{MPa})$$

- Golpe de ariete estimado o no calculado en detalle, el menor valor de los siguientes:

$$STP = MDP_a + 0,5 \quad (\text{MPa})$$

$$STP = 1,5 MDP_a \quad (\text{MPa})$$

Siendo:

MDP<sub>c</sub> Presión máxima de diseño con golpe de ariete calculado en detalle (MPa).

MDP<sub>a</sub> Presión máxima de diseño con golpe de ariete estimado o no calculado en detalle (MPa).

En los casos de impulsiones y grandes diámetros, deberá calcularse en detalle el valor del golpe de ariete. Sólo en caso de redes por gravedad puede ser estimado como  $MDP_a = 1,2 DP$ , debiendo cumplir  $MDP_a \geq DP + 0,2 \text{ MPa}$ .

El procedimiento de prueba, conforme a la metodología general indicada en la Norma UNE-EN 805:2000, puede llevarse a cabo en tres fases:

- Prueba preliminar.
- Prueba de purga.
- Prueba principal o de puesta en carga.

#### Prueba de purga

La presencia de aire en la conducción produce datos erróneos y reduce la precisión de la prueba principal de presión. La Dirección de Obra especificará si dicha prueba debe llevarse a cabo. En caso afirmativo, se procederá para realizar el ensayo según se describe en el Anexo A.26 de la Norma UNE-EN 805:2000, que es el desarrollado en este apartado en los siguientes pasos:

- Se presuriza la conducción hasta alcanzar la presión de prueba de la red (STP), prestando atención a que la purga del equipo de prueba se complete.
- Se extrae un volumen de agua a contabilizar  $\Delta V$  de la conducción midiéndose la caída de presión correspondiente  $\Delta P$ .
- Se compara el volumen de agua extraído con el volumen de la pérdida de agua admisible  $\Delta V_{\text{máx}}$  correspondiente a la caída de presión medida  $\Delta P$ , calculada según la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,5 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left( \frac{1}{E_w} \right) + \frac{ID}{e \cdot E}$$

Siendo:

$\Delta V_{\text{máx}}$ : Pérdida de agua admisible (l)

V: Volumen del tramo de conducción en prueba (l)

$\Delta P$ : Caída de presión medida durante la prueba (MPa)

E: Módulo de elasticidad del material de la conducción (MPa)

$E_w$ : Módulo de compresibilidad del agua ( $2,1 \times 10^3$  MPa)

ID: Diámetro interior de la conducción (mm)

e: Espesor nominal de la conducción (mm)

1,5: Factor de corrección que considera la cantidad de aire restante admisible antes de la prueba principal de presión.

Material	E (MPa)
Fundición	1,70 x 10 <sup>5</sup>
Acero	2,10 x 10 <sup>5</sup>
Hormigón	2,00 x 10 <sup>4</sup> – 4,00 x 10 <sup>4</sup>
PVC-O	3500
PE	1.000 (corto plazo) 150 (largo plazo)
PRFV	1,0 x 10 <sup>4</sup> – 3,9 x 10 <sup>4</sup>

#### Prueba principal o de puesta en carga

La prueba principal de presión no debe comenzar hasta que hayan sido completadas satisfactoriamente la prueba preliminar y la prueba de purga especificada.

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

- El método de prueba de caída o pérdida de presión.
- El método de prueba de pérdida de agua.

La Dirección de Obra determinará el método a utilizar, cuyo desarrollo se deberá ajustar a lo siguiente:

#### *Método de prueba de caída o pérdida de presión*

Para evaluar la pérdida de presión, la presión hidráulica interior se aumentará de forma constante y gradual mediante bombeo, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 MPa por minuto, hasta alcanzar el valor de STP.

Alcanzado dicho valor, se desconectará el bombeo y no se admitirá la entrada de agua en al menos una hora. Transcurrido este tiempo, se medirá con un manómetro el descenso de presión durante dicho intervalo, que deberá ser inferior a 0,02 MPa.

#### *Método de prueba de pérdida de agua*

Para medir la pérdida de agua se pueden emplear dos métodos equivalentes: medida del volumen evacuado o medida del volumen bombeado.

En ambos métodos se incrementará la presión regularmente mediante bombeo hasta alcanzar el valor de STP en la conducción. Posteriormente se mantendrá la STP mediante bombeo, si es necesario, durante un periodo no inferior a una hora.

Para el método de medida del volumen evacuado, se desconectará la bomba y no se permitirá que entre más agua en la conducción durante un periodo de prueba de al menos una hora. Al final de este periodo se medirá la presión reducida y se procederá a recuperar la STP bombeando. Se medirá la pérdida, evacuando agua hasta que se alcance nuevamente la anterior presión reducida.

Para el método de medida del volumen bombeado, se medirá la cantidad de agua que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba de la red durante el periodo de tiempo indicado anteriormente.

El volumen final evacuado o suministrado durante la primera hora de prueba no deberá exceder el valor dado por la siguiente expresión:

$$\Delta V_{m\acute{a}x} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left[ \left( \frac{1}{E_{TW}} \right) + \frac{ID}{\sigma \cdot D} \right]$$

Siendo:

$\Delta V_{m\acute{a}x}$ : Pérdida de agua admisible (l)

V: Volumen del tramo de conducción en prueba (l)

$\Delta P$ : Caída de presión medida durante la prueba (0,02 MPa)

E: Módulo de elasticidad del material de la conducción (MPa)

$E_w$ : Módulo de compresibilidad del agua ( $2,1 \times 10^3$  MPa)

ID: Diámetro interior de la conducción (mm)

e: Espesor nominal de la conducción (mm)

1,2: Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la conducción

Cuando, durante la realización de esta prueba principal o de puesta en carga, el descenso de presión o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles, el Adjudicatario estará obligado a corregir los defectos observados, repasando las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algún tubo, de forma que al final se consiga que el resultado de la prueba sea satisfactorio, repitiéndose ésta las veces que sea necesario para conseguirlo.

Todos los gastos ocasionados por las pruebas y ensayos de las tuberías instaladas en redes de abastecimiento o agua regenerada serán de cuenta del Adjudicatario, estando incluidos en los precios de los distintos tipos de tubos.

#### **2.16.10 Pruebas de la tubería instalada en redes de abastecimiento**

Las pruebas de la tubería instalada se realizarán conforme a la metodología general de la Norma UNE-EN 805:2000 “Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes”. Dicha metodología es de aplicación para todas las conducciones de cualquiera de los materiales incluidos en este Pliego y cuya finalidad sea prestar servicios de abastecimiento o de agua regenerada.

Para las tuberías de comportamiento viscoelástico, como las de PE, se deberá seguir el procedimiento de verificación descrito en el Anexo A.27 de dicha norma, que tiene en cuenta la fluencia que caracteriza al material.

Las pruebas se efectuarán de forma previa a la ejecución de acometidas y deberá probarse la totalidad de la conducción, pudiendo ser dividida en varios tramos de prueba cuando por su longitud sea necesario, siempre según las indicaciones realizadas al respecto por la Dirección de Obra.

Antes del comienzo de las pruebas, se realizarán las operaciones de relleno y anclaje, así como la selección y llenado de los tramos de prueba.

La longitud de los tramos de prueba dependerá de las características particulares de cada uno de ellos (podrá oscilar entre 250 y 1000 o incluso 2000 metros), debiendo ser aprobada por la Dirección de Obra.

Los tramos de prueba deben ser seleccionados de tal forma que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba.
- Pueda aplicarse una presión de al menos igual a la presión máxima de diseño (MDP) en el punto más alto de cada uno de ellos.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba.
- En la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería.

Para todas las conducciones, la presión de prueba, STP, se calculará a partir de la presión máxima de diseño, MDP, considerando los siguientes dos casos:

- Golpe de ariete calculado en detalle:

$$STP = MDP_c + 0,1 \quad (\text{MPa})$$

- Golpe de ariete estimado o no calculado en detalle, el menor valor de los siguientes:

$$STP = MDPa + 0,5 \quad (\text{MPa})$$

$$STP = 1,5 MDPa \quad (\text{MPa})$$

Siendo:

MDPc Presión máxima de diseño con golpe de ariete calculado en detalle (MPa).

MDPa Presión máxima de diseño con golpe de ariete estimado o no calculado en detalle (MPa).

En los casos de impulsiones y grandes diámetros, deberá calcularse en detalle el valor del golpe de ariete. Sólo en caso de redes por gravedad puede ser estimado como  $MDPa = 1,2 DP$ , debiendo cumplir  $MDPa \geq DP + 0,2 \text{ MPa}$ .

El procedimiento de prueba conforme a la metodología general indicada en la Norma UNE-EN 805:2000, se llevará a cabo en tres fases:

- Prueba preliminar.
- Prueba de purga.
- Prueba principal o de puesta en carga.

Las fases necesarias serán fijadas en cada caso por la Dirección de Obra, que asimismo deberá aprobar el desarrollo de las mismas.

#### Prueba preliminar

Se comenzará llenando lentamente de agua el tramo objeto de la prueba. Se dejarán abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, para después ir cerrando cada uno de ellos sucesivamente de aguas abajo a arriba. Una vez llena de agua se debe mantener la tubería en esta situación al menos veinticuatro horas.

A continuación, se aumentará la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre la presión máxima de diseño (MDP) y la presión de prueba de la red (STP), de forma que el incremento de presión no supere 0,1 MPa por minuto, manteniendo estos límites durante un tiempo, que dependerá del material de la conducción y será establecido por el Adjudicatario considerando las normas del producto aplicables.

Durante este período de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la conducción.

#### Prueba de purga

La presencia de aire en la conducción produce datos erróneos y reduce la precisión de la prueba principal de presión. La Dirección de Obra especificará si dicha prueba debe llevarse a cabo. En caso afirmativo, se procederá para realizar el ensayo según se describe en el Anexo A.26 de la Norma UNE-EN 805:2000, que es el desarrollado en este apartado en los siguientes pasos:

- Se presuriza la conducción hasta alcanzar la presión de prueba de la red (STP), prestando atención a que la purga del equipo de prueba se complete.
- Se extrae un volumen de agua a contabilizar  $\Delta V$  de la conducción midiéndose la caída de presión correspondiente  $\Delta P$ .
- Se compara el volumen de agua extraído con el volumen de la pérdida de agua admisible  $\Delta V_{\text{max}}$  correspondiente a la caída de presión medida  $\Delta P$ , calculada según la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\text{max}} = 1,5 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left( \frac{1}{E_w} \right) + \frac{ID}{\sigma \cdot E}$$

Siendo:

$\Delta V_{\text{máx}}$ : Pérdida de agua admisible (l)

V: Volumen del tramo de conducción en prueba (l)

$\Delta P$ : Caída de presión medida durante la prueba (MPa)

E: Módulo de elasticidad del material de la conducción (MPa)

$E_w$ : Módulo de compresibilidad del agua ( $2,1 \times 10^3$  MPa)

ID: Diámetro interior de la conducción (mm)

e: Espesor nominal de la conducción (mm)

1,5: Factor de corrección que considera la cantidad de aire restante admisible antes de la prueba principal de presión.

Material	E (MPa)
Fundición	$1,70 \times 10^5$
Acero	$2,10 \times 10^5$
Hormigón	$2,00 \times 10^4 - 4,00 \times 10^4$
PVC-O	3500
PE	1000 (corto plazo) 150 (largo plazo)
PRFV	$1,0 \times 10^4 - 3,9 \times 10^4$

#### Prueba principal o de puesta en carga

La prueba principal de presión no debe comenzar hasta que hayan sido completadas satisfactoriamente la prueba preliminar y la prueba de purga especificada.

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

- El método de prueba de caída o pérdida de presión.
- El método de prueba de pérdida de agua.

La Dirección de Obra determinará el método a utilizar, cuyo desarrollo se deberá ajustar a lo siguiente:

#### *Método de prueba de caída o pérdida de presión*

Para evaluar la pérdida de presión, la presión hidráulica interior se aumentará de forma constante y gradual mediante bombeo, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 MPa por minuto, hasta alcanzar el valor de STP.

Alcanzado dicho valor, se desconectará el bombeo y no se admitirá la entrada de agua en al menos una hora. Transcurrido este tiempo, se medirá con un manómetro el descenso de presión durante dicho intervalo, que deberá ser inferior a 0,02 MPa.

#### *Método de prueba de pérdida de agua*

Para medir la pérdida de agua se pueden emplear dos métodos equivalentes: medida del volumen evacuado o medida del volumen bombeado.

En ambos métodos se incrementará la presión regularmente mediante bombeo hasta alcanzar el valor de STP en la conducción. Posteriormente se mantendrá la STP mediante bombeo, si es necesario, durante un periodo no inferior a una hora.

Para el método de medida del volumen evacuado, se desconectará la bomba y no se permitirá que entre más agua en la conducción durante un periodo de prueba de al menos una hora. Al final de este periodo se medirá la presión reducida y se procederá a recuperar la STP bombeando. Se medirá la pérdida, evacuando agua hasta que se alcance nuevamente la anterior presión reducida.

Para el método de medida del volumen bombeado, se medirá la cantidad de agua que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba de la red durante el periodo de tiempo indicado anteriormente.

El volumen final evacuado o suministrado durante la primera hora de prueba no deberá exceder el valor dado por la siguiente expresión:

$$\Delta V_{\text{máx}} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left[ \left( \frac{1}{E_w} \right) + \frac{ID}{e \cdot D} \right]$$

Siendo:

$\Delta V_{\text{máx}}$ : Pérdida de agua admisible (l)

V: Volumen del tramo de conducción en prueba (l)

$\Delta P$ : Caída de presión medida durante la prueba (0,02 MPa)

E: Módulo de elasticidad del material de la conducción (MPa)

$E_w$ : Módulo de compresibilidad del agua ( $2,1 \times 10^3$  MPa)

ID: Diámetro interior de la conducción (mm)

e: Espesor nominal de la conducción (mm)

1,2: Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la conducción

Cuando, durante la realización de esta prueba principal o de puesta en carga, el descenso de presión o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles, el Adjudicatario estará obligado a corregir los defectos observados, repasando las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algún tubo, de forma que al final se consiga que el resultado de la prueba sea satisfactorio, repitiéndose ésta las veces que sea necesario para conseguirlo.

Todos los gastos ocasionados por las pruebas y ensayos de las tuberías instaladas en redes de abastecimiento o agua regenerada serán de cuenta del Adjudicatario, estando incluidos en los precios de los distintos tipos de tubos

## 2.17 HINCA DE TUBERÍAS

### 2.17.1 Tuberías colocadas con empujador

#### 2.17.1.1 Consideraciones generales

El cruce bajo determinadas instalaciones, obras o servicios que no deben ser afectados, podrá realizarse por hinca horizontal de la tubería si las condiciones del terreno lo permiten.

Antes del comienzo de las obras, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el procedimiento constructivo, así como los equipos que propone utilizar para la instalación de tuberías hincadas y el Plan de Trabajos. Además deberá presentar, los correspondientes cálculos mecánicos referentes a las sollicitaciones a las cuales estará sometida la tubería durante la hinca.

Asimismo, se definirá la presión de trabajo de los sistemas hidráulicos de empuje necesaria para desarrollar el máximo esfuerzo de hinca a fin de que dicha presión no sea sobrepasada en ningún momento durante las operaciones.

Al frente de las operaciones de hinca deberá haber un Ingeniero Técnico o encargado con amplia experiencia en este tipo de obras, el cual deberá estar presente en todo momento en que se ejecuten los trabajos, siendo responsable de realizar comprobaciones frecuentes tanto de alineación como de pendiente.

Los pozos de hinca tendrán las dimensiones adecuadas para llevar a cabo las operaciones de forma satisfactoria y su emplazamiento se elegirá de manera que no interfiera con el tráfico rodado ni con instalaciones o edificaciones próximas.

La profundidad y longitud de la hinca queda determinada por los condicionantes de separación a pie/cabeza de talud exigido por los diferentes Organismos.

Con carácter general se ha adoptado una profundidad a clave de tubo de hinca mínima de 2,5m bajo calzada.

La hinca proyectada se ejecutará mediante camisa de acero S275 JR que servirá de camisa para el cruce posterior de la tubería. Esta tubería será arrastrada en su interior mediante patines según se detalla

Todas las tuberías para la hinca se manejarán, descargarán y apilarán de acuerdo con los principios establecidos en los apartados correspondientes del presente Pliego.

### **2.17.1.2 Materiales**

Se emplearán como tuberías de hinca, bien tuberías de hormigón armado de conformidad con la Norma UNE-EN 1916, o bien tuberías de acero S275 JR en el caso de hincas de acero helicoidal que actúan como camisa exterior..

Los tubos deberán incluir en su marcado la carga máxima de empuje permitida para el mismo durante la hinca.

### **2.17.1.3 Ejecución**

Las conducciones podrán colocarse mediante tecnologías sin apertura de zanja en los siguientes casos:

- Cruces bajo carretera, ferrocarril y en general, pasos de difícil ejecución en los que no sea posible la realización de una zanja sin causar grandes afecciones.
- Aquellos otros casos en los que, por la profundidad de la zanja o la dificultad de la ejecución, resulte económicamente ventajosa la adopción de estas tecnologías.

Para su ejecución deberán tenerse en consideración las condiciones impuestas por el órgano responsable de la infraestructura que es necesario atravesar.

En cualquier caso, deberá disponerse de un estudio geotécnico en que se incluya el perfil geológico-geotécnico de la traza de la tubería a hincar. A partir de los datos de este estudio se elegirá el sistema de perforación a emplear, siendo los más utilizados:

- Por percusión: consiste en introducir una camisa de acero a base del empuje transmitido por un martillo neumático. Este sistema está recomendado para terrenos con bolos. La gama de diámetros a emplear va de los doscientos mm (200 mm) hasta los mil milímetros (1.000 mm), dependiendo de las características del terreno a perforar.
- Por rotación: Únicamente se admite su uso para la hinca de tubos de acero, pues para tubos de hormigón armado, el roce de la broca del equipo de perforación, desgasta progresivamente el tubo hasta su rotura. La perforación se realiza mediante una cabeza de rotación accionada por un grupo hidráulico y que transmite el esfuerzo mediante un tornillo sinfín,
- Se puede utilizar en todo tipo de terrenos y el rango de diámetros a emplear va de los trescientos mm (300 mm) hasta los mil quinientos milímetros (1.500 mm), dependiendo de las características del terreno a perforar
- Por empuje: En este tipo de perforación, se utiliza el tubo como elemento definitivo y al mismo tiempo como elemento de empuje sobre la tuneladora. El método consiste en empujar la tubería desde un pozo e ir hincándola en el terreno a la vez que un elemento



excavador por delante de ella va abriendo el hueco aprovechando el empuje transmitido por dicha tubería.

Dependiendo de la estabilidad del frente de excavación y de la presencia a o no de nivel freático, la tuneladora a emplear será de escudo abierto o de escudo cerrado. Para utilizar el sistema de perforación con escudo abierto será imprescindible la ausencia de niveles freáticos y el terreno a perforar ha de ser cohesivo, no siendo admisible su uso en terrenos muy sueltos y sin cohesión, muy resistentes o con presencia de agua.

En todo caso, el Adjudicatario someterá a la aprobación técnica de la Dirección de Obra, el procedimiento de instalación, así como los equipos que propone utilizar, debiendo presentar los correspondientes cálculos mecánicos referentes a las sollicitaciones a las cuales estará sometida la conducción durante la instalación, teniendo en consideración las limitaciones por afecciones a otros servicios.

#### **2.17.1.4 Medición y abono**

Las hincas de tuberías se medirán por metro (m) realmente ejecutado, medido sobre perfil y se abonarán al precio que corresponda, en función de su diámetro y del terreno a perforar, de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

En el precio de la unidad se incluye:

- La movilización de la maquinaria necesaria para la ejecución de la hinca hasta el lugar de las obras.
- La colocación de la tubería en función del sistema de perforación empleado, guiada mediante láser.
- La parte proporcional de juntas, piezas, maquinaria y medios auxiliares.
- La juntas, soldadura, guías, inyección de compensación
- Obra civil asociada (excavación de pozos de ataque, ejecución de muros de empuje y reacción, losa de apoyo, ferrallado, hormigón y puesta de hormigonado mediante bombeo, encofrado y desencofrado necesario), guías y elementos auxiliares, elementos de empuje, vigas de guía, gatos hidráulicos o sinfin, generador y cableado de corriente, instalación de tubos, grúas necesarias para la puesta en obra de los tubos, demolición posterior de muros, arrastre y extracción de sobrantes, carga y transporte a vertedero de excedentes y material de extracción (tierras, fangos y lodos) incluso relleno posterior de la excavación
- La demolición posterior de macizos, el arrastre y la extracción de sobrantes.

En el precio de esta unidad se considera incluida la parte proporcional de elementos de deslizamiento, el centrado y anclaje, los equipos y medios auxiliares de colocación y las pruebas necesarias.

#### **2.17.2 Tuberías dirigidas**

##### **2.17.2.1 Descripción**

El presente proyecto contempla el cruce del río Guadarranque, arroyo Madre vieja y agrupaciones de servicios (gaseoductos, comunicaciones, LMT, etc) de las impulsiones de la EBAR de Guadacorte y Carteya mediante hinca dirigida.

El diseño se realiza siempre bajo los siguientes criterios:

- La ejecución del ataque o extracción de la hinca se ha de realizar fuera de la servidumbre de DPMT en el río Guadarranque y fuera del DPH en el Arroyo Madre vieja.
- Profundidad y catenaria:

- La profundidad de los cruces de arroyo y río ha de ser tal que no se produzcan arrastres. Se considera una profundidad del lecho del cauce mayor a 5,0 m.
- La profundidad mínima respecto el terreno natural en los cruces de servicios debe ser al menos 10,0m, considerando que la profundidad de dichos servicios (gaseoductos, etc.) es desconocida, existen galerías y se debe mantener una distancia de seguridad que evite afecciones. De esta forma se estima que en el punto de cruce del servicio será mayor a 5,0 m.
- El radio mínimo de la conducción es 250 m.
- Pozos y ángulos de ataque:
  - El ángulo de ataque dependerá del varillaje y diámetro de la tubería a hincar. Se estima un valor máximo de 15° para los diámetros seleccionados.
  - La dimensión mínima de los pozos de ataque y extracción serán 15,0 x 20,0 m y el de salida de 10x10m.
  - En aquellos puntos donde sea necesario se realizará un pozo de ataque más profundo en un recinto tablestacado con rampa de acceso, de forma que se pueda cumplir los requerimientos de profundidad bajo servicio y ángulos de ataque del varillaje.

El método se puede describir como un proceso en dos etapas.

En primer lugar, se realiza un sondeo piloto a lo largo de una trayectoria planificada usando tanto el empuje en la plataforma de perforación, como la rotación de las varillas de perforación para avanzar poco a poco en esa dirección. (Ilustración 8). La perforación piloto se va monitorizando y maniobrando por un detector que va recibiendo la señal por una sonda que se encuentra instalada en un portasonda ubicado en la parte de atrás de la broca. Ésta se va guiando de acuerdo a un diseño realizado con anterioridad, y le da los datos necesarios para realizar el cruce sin afectar ningún servicio público existente en el sitio del cruce. El sondeo piloto se perfora con un diámetro de 2.5 a 12.5 cm a lo largo de la línea central del diseño propuesto.

En la segunda etapa del proceso, tras completarse la perforación piloto, se une un retroensanchador o escarificador, al extremo de la sarta de perforación, seguida del tubo flexible o semi-flexible que quiere instalarse. Pueden ser necesarias varias pasadas sucesivas de escarificador o ensanchadores de diferentes tamaños, para instalar la tubería deseada. El tubo se instala a lo largo de una vía que contiene una suspensión de bentonita que se va vertiendo a medida que pasa el retroensanchador. La bentonita actúa como lubricante facilitando el paso de la tubería. Se realiza un seguimiento tanto de la perforación piloto como del proceso de ensanchamiento mediante una sonda de radio que está alojada dentro de la cabeza de perforación. La precisión del método es de 2.5 cm.

La tubería se conecta al extremo de la varilla de perforación mediante un eslabón especial y se tira de ella a través del agujero piloto ampliándose. El agujero piloto se perfora desde una plataforma de superficie con un carro inclinado, que se ajusta normalmente en ángulos de 8 a 18 grados sobre la horizontal en la zona de entrada y entre 8 y 12 grados para la salida

Las brocas de perforación pueden variar desde un cabezal de corte estrecho biselado para aplicaciones pequeñas y de pequeño calibre, a útiles de corte con diamantes montados sobre rodillos que se utilizan con fluidos de perforación en acometidas grandes

La industria de la perforación horizontal dirigida se divide en tres grandes sectores, perforación de gran diámetro (maxi-HDD), perforación de mediano diámetro (midi-HDD) y perforación de pequeño diámetro (mini-HDD, también llamado perforación guiada). Aunque no existe una diferencia significativa en los mecanismos de funcionamiento entre estos sistemas, los diferentes rangos de aplicación a menudo requieren modificaciones en la configuración del sistema, el modo de

eliminación del detritus, y los métodos de control de dirección para lograr una relación óptima coste-eficiencia.

Para pequeñas acometidas se utilizan sistemas mini-HD; en ellas el control de la dirección de la cabeza de perforación, se logra gracias al corte en bisel que presenta la propia broca. (Fotografía 9) Las brocas generalmente giran por el par transferido en la sarta de perforación. A presiones medias y con bajo volumen de circulación (3.5-7 L/min) el fluido de perforación se utiliza habitualmente para ayudar en el proceso de perforación mecánica. Hay dos variantes en el uso de los fluidos de perforación: con recirculación del fluido y con suspensión de fluido.

El método que usa recirculación de fluidos implica, en primer lugar, mover el suelo perforado desde el orificio, utilizando un gran volumen de fluido de perforación. Posteriormente se efectúa la limpieza del agujero, y finalmente se rellena el agujero con el lodo.

El método de suspensión de fluidos, utiliza solo una pequeña cantidad de fluido, pero mantiene el suelo excavado en suspensión, sin retirarlo del agujero. Teóricamente, la elección entre estas dos metodologías depende de las condiciones del suelo; sin embargo, en la práctica, el método de recirculación de fluidos por lo general se utiliza en los sistemas de maxi-HDD y el método de suspensión de fluido se utiliza ampliamente en sistemas mini-HDD.

En los sistemas maxi-HDD, se utiliza una camisa doblada (una sección ligeramente doblada entre 0,5-1.5 grados con respecto a la varilla de perforación) para desviar el eje del cabezal de corte. En ambos sistemas pequeños y grandes, se puede seguir una trayectoria curva empujando la cabeza de perforación sin girarla, y se puede realizar una perforación recta combinando empuje y par torsor simultáneamente.

Los sistemas Midi-HDD, a menudo, emplean una combinación de métodos de recirculación y suspensión. Para trazados largos se requiere el uso de una bomba de movimiento del lodo en la propia excavación debido a las grandes cantidades de fluido de perforación que son necesarias para proporcionar el par de corte del suelo. Estos grandes volúmenes de líquido actúan como medio de transporte para la eliminación de detritus. La recirculación reduce la presión extra que se produce en la sarta de perforación debida a la cantidad de suelo en suspensión. Para trazados más pequeños y cortos a poca profundidad, no se utiliza una bomba de lodo dentro del pozo y la eliminación de detritus, generalmente, no es necesaria porque el suelo excavado se puede mantener en suspensión con el fluido de perforación.

Los sistemas maxi-HDD requieren el uso de un tubo de lavado (“washover”) o una camisa con un gran diámetro interno, dentro de la cual se desliza la sarta de perforación durante el proceso de perforación piloto. El tubo “washover” puede reducir significativamente la fricción alrededor de la sarta de perforación y proporcionar rigidez al sistema. También se puede utilizar para realizar el pre-ensanchamiento o ensanchamiento final. Existen infinidad de tipos de cabezas que permiten la aplicación de chorros de fluidos a altas presiones, como los mostrados en la Fotografía 14.

La capacidad de dirigir se consigue mediante la incorporación de chorros de desplazamiento y un sensor de dirección y dispositivos de dirección en el sistema. La fuerza de desvío se genera por el ángulo de inclinación de los chorros de fluido y se utiliza para elegir la trayectoria de perforación curvada. Una alternativa a los chorros de desplazamiento, es una cabeza especial orientable que se doblará ligeramente bajo mayor presión de fluido. La rotación de la cabeza se puede lograr mediante el uso de un motor accionado hidráulicamente o eléctricamente desde el fondo del agujero, la rotación de la sarta de varillas de perforación de acero, o la unión de un dispositivo especial tipo barrena en la aleta situada detrás de la cabeza de inyección.

El progreso del sondeo piloto se monitoriza mediante un sistema de guiado especialmente diseñado, ya sea un sistema desde la superficie a través del suelo o un sistema de navegación electromagnético desde el fondo de agujero. En un sistema de superficie, la cabeza de perforación está equipada con una sonda de transmisión detrás de la broca de perforación. La sonda se alimenta mediante una batería y emite señales de forma continua. Estas señales pueden ser recogidas en superficie con un

receptor manual El receptor proporciona datos sobre la posición, temperatura, profundidad y orientación de la cabeza de perforación. Un sistema de detección alternativo, es el sistema de navegación electromagnética de fondo de pozo, que puede ser utilizado en conjunción con una serie de cables eléctricos colocados directamente encima de la trayectoria deseada. Estos cables se extienden directamente sobre la superficie, en la calle o carretera, sin interferir en el flujo de vehículos. Este instrumento determina la posición relativa de la cabeza de perforación y envía esta información de manera continuada a un ordenador.

### **2.17.2.2 Medición y abono**

Las hincas dirigidas se medirán por metro (m) y según el diámetro perforado conforme el Cuadro de Precios nº1.

La perforación se abona para cualquier terreno incluso en roca de gran dureza (>90 Mpa) y aluvial.

Se incluye operaciones de desplazamiento para montaje y desmontaje, transporte, obra civil necesaria para emplazamiento, colocación y extracción de tubería, pozos de ataque y extracción, muros y soleras, excavación con aporte de bentonita si procede, extracción de material, transporte a vertedero autorizado de excedentes, colocación y empuje de la tubería, guiado, agotamiento, soldadura y sellado de juntas, inyección de lubricación, cambios de herramientas de corte si fuera necesario por desgaste y posterior envainado de tubería si fuera necesario, incluidos patines y operación e empuje, materiales, maquinaria y medios auxiliares.

En el precio se incluye además el suministro de agua para la preparación del lodo bentónico, ayudas puntuales con retroexcavadora o similar para movimiento de herramientas, enfilado de la tubería, etc., y evacuación del lodo de las catas de ataque y salida, y pruebas de funcionamiento y estanqueidad.

## **2.18 CALDERERÍA**

Los aceros inoxidables se regirán por las normas UNE 36.016 y 36.257.

### **2.18.1 Definición**

Se define como el empleado para las tuberías de las casetas de válvulas de las bombas, de las estaciones de bombeo y de las arquetas.

La unidad comprende el suministro y montaje de piezas especiales, bridas, juntas y tornillería o cualquier otro accesorio, incluso acabados a base de revestimiento interior de pintura epoxi alimentaria 400 micras y revestimiento exterior de poliuretano de 800 micras.

### **2.18.2 Materiales**

El acero a emplear en las piezas mencionadas será del tipo S-275-JR o AISI-316.

### **2.18.3 Forma y dimensiones**

Serán las especificadas en los Planos y no se permitirán modificaciones por parte del Contratista sin el previo consentimiento de la Dirección Facultativa.

### **2.18.4 Fabricación y control**

Las piezas serán prefabricadas en taller. Sobre el 100 % de las mismas se realizará un control de ejecución de las soldaduras mediante inspección visual y aplicación de líquidos penetrantes. Además, se aportarán homologaciones de los procedimientos de soldadura y de los soldadores que realicen los trabajos.

Sobre el 100% de las piezas suministradas se realizará control de la calidad del acero, espesores, dimensional, ovalización, PN accesorios, pintura, embalajes y transporte. Todos estos controles quedarán reflejados en una ficha individual de fabricación.

Los accesorios se fabricarán a partir de tubos fabricados conforme a la Norma europea EN 10224:2002 a partir de chapa o banda fabricada en uno de los tipos de acero especificados en dicha Norma o la API 5L :2000.

### **2.18.5 Uniones**

A efectos del presente proyecto, se utilizarán uniones soldadas que cumplirán las condiciones especificadas en la norma UNE.

### **2.18.6 Medición y abono**

Las piezas especiales de calderería se medirán y abonarán por kilogramo (kg) de acero, realmente colocado.

No será de abono el exceso de obra que, por su conveniencia o errores, ejecute el Contratista.

El precio incluye todas las operaciones a realizar hasta terminar el montaje de la pieza: suministro de materiales, ejecución en taller, transporte a obra, medios auxiliares, montaje, protección superficial y ayudas a la inspección. Incluirá asimismo las tolerancias de laminación, los recortes y despuntes y los medios de unión, soldadura y tornillos.

## **2.19 PAVIMENTOS Y URBANIZACIÓN**

### **2.19.1 Zahorra artificial**

#### **2.19.1.1 Definición**

Se define como zahorra artificial el material granular formado por áridos machacados, total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- Aportación del material.
- Extensión, humectación si procede, y compactación de cada tongada.
- Refino de la superficie de la última tongada.

#### **2.19.1.2 Materiales**

Los materiales procederán de la trituración de piedra de cantera o grava natural. El rechazo por el tamiz 5 UNE deberá contener un mínimo del cincuenta por ciento (50%) de elementos triturados que presenten no menos de dos (2) caras de fractura.

##### Granulometría

La granulometría del material, según la UNE-EN 933-1 estará comprendida en los husos reseñados en el PG3 y será “no plástico”, conforme a la norma UNE 103104

##### Forma

El índice de lajas, según la Norma NLT-354/74, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

##### Dureza

El coeficiente de desgaste Los Ángeles, según la Norma NLT 149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

##### Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. El coeficiente de limpieza, según la Norma 172/86, no deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72, será mayor de treinta (30).

### Plasticidad

El material será "no plástico", según las Normas NLT 105/72 y 106/72.

## **2.19.1.3 Ejecución de las obras**

### Preparación de la superficie de asiento.

La zahorra artificial no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Para ello, además de la eventual reiteración de los ensayos de aceptación de dicha superficie, la Dirección de Obra, podrá ordenar el paso de un camión cargado, a fin de observar su efecto.

Si en la citada superficie existieran defectos o irregularidades que excediesen de las tolerables, se corregirán Antes del inicio de la puesta en obra de la zahorra artificial.

### Preparación del material.

La preparación de la zahorra artificial se hará en central y no "in situ". La adición del agua de compactación se hará también en la central, salvo que este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señale expresamente, o la Dirección de Obra autorice, la humectación "in situ".

La humedad óptima de compactación, deducida del ensayo "Próctor Normal" según la Norma NLT 108/72, podrá ser ajustada a la composición y forma de actuación del equipo de compactación.

### Extensión de la tongada.

Los materiales serán extendidos, una vez aceptada la superficie de asiento, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, en tongadas con espesores comprendidos entre diez y treinta centímetros (10 a 30 cm).

Las eventuales aportaciones de agua tendrán lugar Antes de la compactación. Después, la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente.

El agua se dosificará adecuadamente, procurando que en ningún caso un exceso de agua lave el material.

### Compactación de la tongada.

Conseguida la humedad más conveniente, la cual no deberá rebasar a la óptima en más de un (1) punto porcentual, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en el apartado siguiente.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando se compactarán con medios adecuados a cada caso, de forma que las densidades que se alcancen cumplan las especificaciones exigidas a la zahorra artificial en el resto de la tongada.

### Especificaciones de La Unidad Terminada. Densidad.

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al noventa y siete (97%) de la máxima obtenida en el ensayo "Próctor Normal", según la Norma NLT 108/72.

El ensayo para establecer la densidad de referencia se realizará sobre muestras de material obtenidas "in situ" en la zona a controlar, de forma que el valor de dicha densidad sea representativo de aquella.

Cuando existan datos fiables de que el material no difiere sensiblemente, en sus características, del aprobado en el estudio de los materiales y existan razones de urgencia, así apreciadas

por la Dirección de Obra, se podrá aceptar como densidad de referencia la correspondiente a dicho estudio.

#### Tolerancias geométricas de la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje, quiebros de peralte si existen, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad (1/2) de la distancia entre los perfiles del Proyecto, se comprobará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas.

La citada superficie no deberá diferir de la teórica en ningún punto en más de veinte milímetros (20 mm).

Será optativa de la Dirección de Obra la comprobación de la superficie acabada con regla de tres metros (3 m), estableciendo la tolerancia admisible en dicha comprobación, de no venir fijada en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas se corregirán por el Constructor, a su cargo. Para ello se escarificará en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), se añadirá o retirará el material necesario y de las mismas características, y se volverá a compactar y refinar.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existieran problemas de encharcamiento, el Director de las obras podrá aceptar la superficie, siempre que la capa superior a ella compense la merma de espesor sin incremento de coste para la Administración.

#### Limitaciones de La Ejecución.

Las zehorras artificiales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad de los materiales tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima.

Sobre las capas recién ejecutadas se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, mientras no se construya la capa siguiente. Si esto no fuera posible, el tráfico que necesariamente tuviera que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren las rodadas en una sola zona. El Constructor será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones de la Dirección de Obra.

### **2.19.1.4 Control de calidad**

#### Control de procedencia.

Antes del inicio de la producción, se reconocerá cada procedencia, determinándose su aptitud en función del resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible, mediante toma de muestras en los acopios o a la salida de la cinta de las instalaciones de machaqueo.

Para cualquier volumen de producción previsto se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada diez mil metros cúbicos (10,000 m<sup>3</sup>), o fracción, de exceso sobre cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m<sup>3</sup>).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

Humedad natural, según la norma NLT 102/72.

Granulometría por tamizado, según la Norma NLT 104/72.

Límite líquido e Índice de plasticidad, según las Normas NLT 105/72 y 106/72.

Próctor Modificado, según la norma NLT 108/72.

Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72.

Desgaste Los Ángeles, según la Norma NLT 149/72.

Además, sobre una (1) de las muestras se determinará el peso específico de gruesos y finos, según las Normas NLT 153/76 y 154/76.

#### Control de producción.

Se realizarán los siguientes ensayos por cada mil metros cúbicos (1000 m<sup>3</sup>) de material producido:

Próctor Modificado, según la Norma 108/72.

Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72.

Granulometría por tamizado, según la Norma NLT 104/72.

#### Control de ejecución.

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al material uniforme que entre en doscientos cincuenta metros (250 m) de calzada o arcén, o alternativamente en tres mil metros cuadrados (3000 m<sup>2</sup>) de capa, o en la fracción construida diariamente si ésta fuere menor.

Las muestras se tomarán, y los ensayos "in situ" se realizarán, en puntos previamente seleccionados mediante un muestreo aleatorio, tanto longitudinal como transversalmente.

#### Compactación.

Sobre una muestra de efectivo seis unidades (6 ud.) se realizarán los siguientes ensayos:

Humedad natural, según la Norma NLT 102/72.

Densidad "in situ", según la Norma NLT 109/72.

### **2.19.1.5 Medición y Abono**

La zorra artificial se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) según lo especificado en el Cuadro de precios 1, incluyendo los materiales, transporte y la maquinaria y medios necesarios para su extensión, compactado, humectado y refino.

### **2.19.2 Riegos de imprimación**

#### **2.19.2.1 Definición y ejecución de la unidad**

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso, comprendiendo las operaciones de preparación de la superficie existente mediante limpieza y barrido mecánico de la capa granular y aplicación de ligante bituminoso.

El ligante hidrocarbonado a emplear, deberá ser la emulsión bituminosa denominada ECI, emulsión catiónica de imprimación.

En general, la dotación de ligante será de 1 un kilogramo por metro cuadrado (1 kg/m<sup>2</sup>), incluso barrido y nivelación de la superficie.

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego cumple las condiciones específicas y no se halla reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario deberá ser corregida de acuerdo con el Pliego o las instrucciones del Director de las obras.

Inmediatamente Antes de proceder a la aplicación del ligante, la superficie a imprimir se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales y luego se regará ligeramente con agua la superficie de la capa a tratar de tal forma que se humedezca dicha superficie sin que se formen charcos.

Durante la extensión del riego, deberán protegerse adecuadamente los bordillos, aceras y bandas de hormigón, etc., con objeto de que no se manchen.



El riego de imprimación se efectuará cuando la temperatura ambiente a la sombra, y la de la superficie sea superior a diez grados centígrados (10° C), no obstante, si la temperatura tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse el límite inferior en cinco grados centígrados (5° C).

Debe prohibirse la acción de tráfico sobre la capa tratada mientras no se haya absorbido todo el ligante y como mínimo durante las veinticuatro horas (24 h.) siguientes a la aplicación del riego. Cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre la imprimación o se observe que en alguna zona está sin absorber el ligante veinticuatro horas después de extendido, se procederá a la extensión de árido de cobertura.

### **2.19.2.2 Medición y Abono**

No se procederá a abono, al estar incluidos dentro de cada unidad, tal y como se describe en el cuadro de precios nº 1.

### **2.19.3 Riegos de adherencia**

#### **2.19.3.1 Definición y ejecución de la unidad**

Se define como riego de adherencia, la aplicación de una emulsión bituminosa sobre capa tratada con ligante hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa que no sea un tratamiento superficial con gravilla o una lechada bituminosa.

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego cumple las condiciones específicas y no se halla reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario deberá ser corregida de acuerdo con el Pliego o las instrucciones del Director de las obras.

La emulsión bituminosa a emplear, será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida, ECR-1 con una dotación de 0,50 kg/m<sup>2</sup>, incluso barrido y preparación de superficie.

Inmediatamente Antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión, pudiéndose utilizar escobas de mano en lugares inaccesibles.

Inmediatamente Antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión, pudiéndose utilizar escobas de mano en lugares inaccesibles.

Si la superficie fuera un pavimento bituminoso en servicio, se eliminarán mediante fresado, los excesos de emulsión bituminosa que hubiese, y se repararán los desperfectos que pudieran impedir una correcta adherencia.

Si la superficie tuviera un riego de curado, transcurrido el plazo de curado, se eliminará éste por barrido enérgico, segundo de soplo con aire comprimido u otro método aportado por el Director de las obras.

El riego de adherencia se efectuará cuando la temperatura ambiente a la sombra, cumpla las mismas prescripciones que para el riego de imprimación.

Durante la extensión del riego, deberán protegerse adecuadamente los bordillos, aceras y bandas de hormigón, etc., con objeto de que no se manchen.

Deberá prohibirse el paso del tráfico sobre la capa tratada hasta que se haya terminado el curado de la emulsión fijándose a título orientativo una limitación mínima de seis (6) horas.

#### **2.19.3.2 Medición y Abono**

No se procederá a abono, al estar incluidos dentro de una unidad tal y como se describe en el cuadro de precios nº 1.

#### **2.19.4 Mezcla Bituminosa tipo hormigón bituminoso**

Será de aplicación las especificaciones del PG3 en el artículo 542, así como modificaciones y actualizaciones.

##### **2.19.4.1 Materiales**

Los materiales empleados en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso deberán cumplir las condiciones establecidas en el artículo 542.2 del PG-3.

##### **2.19.4.2 Ligantes hidrocarbonados**

Salvo justificación en contrario, el ligante hidrocarbonado deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 542.2.2 del PG-3.

##### **2.19.4.3 Áridos**

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas podrán ser de origen natural, artificial o reciclado, siempre que cumplan lo establecido en el artículo 542.2.3 del PG-3.

##### **2.19.4.4 Aditivos**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes. Los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

##### **2.19.4.5 Tipo y composición de la mezcla**

El tipo y composición de la mezcla seleccionada para la ejecución de las obras cumplirá lo establecido en el artículo 542.3 del PG-3

##### **2.19.4.6 Equipo necesario para la ejecución de las obras**

Las mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso se ejecutarán con los equipos descritos en el artículo 542.4 del PG-3

##### **2.19.4.7 Ejecución de las obras**

La ejecución de las obras (fabricación y puesta en obra de la mezcla) considera los siguientes aspectos:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie existente.
- Aprovisionamiento de áridos
- Fabricación de la mezcla.
- Transporte.
- Extensión.
- Compactación.
- Juntas transversales y longitudinales.

Se deberá seguir las prescripciones establecidas en su artículo 542.5.

##### **2.19.4.8 Especificaciones de la unidad terminada**

Se deberán contemplar los siguientes puntos en cuanto a la unidad terminada:

- Densidad.
- Rasante, espesor y anchura.
- Regularidad superficial.

- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento.

En estos aspectos se seguirán las prescripciones del artículo 542.7 del PG-3.

#### **2.19.4.9 Limitaciones a la ejecución**

No se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en las siguientes situaciones, salvo autorización expresa del Director de las Obras:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius ( $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros ( $< 5\text{ cm}$ ), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius ( $< 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Con viento intenso, después de heladas, o en tableros de estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Terminada la compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto alcance la temperatura ambiente en todo su espesor o bien, previa autorización expresa del Director de las Obras, en capas de espesor igual o inferior a diez centímetros ( $\leq 10\text{ cm}$ ) cuando alcance una temperatura de sesenta grados Celsius ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

#### **2.19.4.10 Control de calidad**

Se deberán cumplir las especificaciones recogidas en los artículos 542.9 y 542.10 del PG-3 para las mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso.

##### Control de calidad de los materiales

Las características de los materiales se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación:

Por cada  $500\text{ m}^3$  o fracción de árido grueso empleado:

- 3 granulometría por tamizado según UNE 103101
- 1 resistencia al desgaste según UNE 1097-2
- 1 pulimento acelerado según UNE 1097-8
- 1 adherencia según UNE 7074

Por cada  $500\text{ m}^3$  o fracción de árido fino empleado:

- Igual que el árido grueso

Por cada  $100\text{ m}^3$  o fracción de filler:

- 2 granulometría por tamizado según UNE 103101
- 1 densidad aparente según UNE-EN 1097-7
- 1 coeficiente de emulsibilidad según NLT-180/74

Por cada  $500\text{ m}^3$  de mezcla de áridos:

- 2 equivalente de arena según UNE 103109
- 2 granulometría por tamizado según UNE 103101
- 2 temperatura de áridos y ligante a la entrada y salida del mezclador

Por cada 50 toneladas de betún asfáltico:

- 1 contenido de agua según UNE 104281-3-2
- 1 penetración según UNE-EN 12849

- 1 ductilidad según UNE-EN 13589
- 1 solubilidad en tricloroetileno según UNE-EN 12592

Control de la ejecución:

Por cada 1000 m<sup>3</sup> de mezcla:

- 6 ensayos de resistencia y densidad sobre probetas fabricadas según método Marshall UNE-EN 12697.

Tolerancias

Las tolerancias admitidas serán las especificadas en los artículos 542.7 del PG-3 para las mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso.

#### **2.19.4.11 Medición y abono**

Estas unidades incluyen los diferentes tipos de mezclas utilizadas, figuran en el Cuadro de Precios número uno incluyendo, la fabricación de la mezcla, su extendido y compactación, juntas, preparación de la superficie y trabajos de terminación.

La medición se realizará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y el abono según el Cuadro de Precios n<sup>o</sup>1.

#### **2.19.5 Mezcla Bituminosa para capas de rodadura**

Será de aplicación las especificaciones del PG3 en el artículo 543, así como modificaciones y actualizaciones.

##### **2.19.5.1 Materiales**

Los materiales empleados en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente para capas de rodadura deberán cumplir las condiciones establecidas en el artículo 543.2 del PG-3.

###### **2.19.5.1.1 Ligantes hidrocarbonados**

Salvo justificación en contrario, el ligante hidrocarbonado deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 543.2.2 del PG-3.

###### **2.19.5.1.2 Áridos**

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas podrán ser de origen natural o artificial, siempre que cumplan lo establecido en el artículo 543.2.3 del PG-3.

###### **2.19.5.1.3 Aditivos**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes. Los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

##### **2.19.5.2 Tipo y composición de la mezcla**

El tipo y composición de la mezcla seleccionada para la ejecución de las obras cumplirá lo establecido en el artículo 543.3 del PG-3

##### **2.19.5.3 Equipo necesario para la ejecución de las obras**

Las mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso se ejecutarán con los equipos descritos en el artículo 543.4 del PG-3

##### **2.19.5.4 Ejecución de las obras**

La ejecución de las obras (fabricación y puesta en obra de la mezcla) considera los siguientes aspectos:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie existente.
- Aprovechamiento de áridos
- Fabricación de la mezcla.
- Transporte.
- Extensión.
- Compactación.
- Juntas transversales y longitudinales.

Se deberá seguir las prescripciones establecidas en su artículo 543.5.

#### **2.19.5.5 Especificaciones de la unidad terminada**

Se deberán contemplar los siguientes puntos en cuanto a la unidad terminada:

- Densidad.
- Rasante, espesor y anchura.
- Regularidad superficial.
- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento.

En estos aspectos se seguirán las prescripciones del artículo 543.7 del PG-3.

#### **2.19.5.6 Limitaciones a la ejecución**

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de la mezcla bituminosa:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea inferior a ocho grados Celsius ( $< 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), con tendencia a disminuir. Con viento intenso, después de heladas, y especialmente sobre tableros de puentes y estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar el valor mínimo de la temperatura.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto alcance una temperatura de sesenta grados Celsius ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

#### **2.19.5.7 Control de calidad**

Se deberán cumplir las especificaciones recogidas en los artículos 543.9 y 543.10 del PG-3 para las mezclas bituminosas para capas de rodadura.

##### Control de calidad de los materiales

Las características de los materiales se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación:

Por cada  $500\text{ m}^3$  o fracción de árido grueso empleado:

- 3 granulometría por tamizado según UNE 103101
- 1 resistencia al desgaste según UNE 1097-2
- 1 pulimento acelerado según UNE 1097-8
- 1 adherencia según UNE 7074

Por cada  $500\text{ m}^3$  o fracción de árido fino empleado:

- Igual que el árido grueso

Por cada 100 m<sup>3</sup> o fracción de filler:

- 2 granulometría por tamizado según UNE 103101
- 1 densidad aparente según UNE-EN 1097-7
- 1 coeficiente de emulsibilidad según NLT-180/74

Por cada 500 m<sup>3</sup> de mezcla de áridos:

- 2 equivalente de arena según UNE 103109
- 2 granulometría por tamizado según UNE 103101
- 2 temperatura de áridos y ligante a la entrada y salida del mezclador

Por cada 50 toneladas de betún asfáltico:

- 1 contenido de agua según UNE 104281-3-2
- 1 penetración según UNE-EN 12849
- 1 ductilidad según UNE-EN 13589
- 1 solubilidad en tricloroetileno según UNE-EN 12592

Control de la ejecución:

Por cada 1000 m<sup>3</sup> de mezcla:

- 6 ensayos de resistencia y densidad sobre probetas fabricadas según método Marshall UNE-EN 12697.

Tolerancias

Las tolerancias admitidas serán las especificadas en los artículos 543.7 del PG-3 para las mezclas bituminosas para capas de rodadura.

### **2.19.5.8 Medición y abono**

Estas unidades incluyen los diferentes tipos de mezclas utilizadas, figuran en el Cuadro de Precios número uno incluyendo, la fabricación de la mezcla, su extendido y compactación, juntas, preparación de la superficie y trabajos de terminación.

La medición se realizará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y el abono según el Cuadro de Precios n<sup>o</sup>1.

### **2.19.6 Señalización y balizamiento**

#### **2.19.6.1 Señalización vertical**

##### **2.19.6.1.1 Descripción general**

Los elementos a emplear en señalización vertical estarán constituidos por placas o señales y postes o elementos de sustentación de anclajes. Se ajustarán a la Norma 8.1.-I.C. de Señalización Vertical de la Dirección General de Carreteras.

Las señales serán retrorreflectantes, siendo las circulares de diámetro 60 cm, las triangulares de 70 cm de lado, las cuadradas de 60 cm de lado y las rectangulares de 40x60 cm. Estarán construidas con chapa de aluminio y acero galvanizado, estampadas en frío, sin soldaduras, fosfatadas en túnel, impresas y recubiertas con esmalte sintético.

Las placas de chapa de acero galvanizado, las lamas de acero galvanizado y las lamas de aluminio, utilizadas en las señales y carteles verticales metálicos de circulación cumplirán los requisitos especificados en las Normas UNE 135-310, UNE 135-313, UNE 135-320, UNE 135-321 y UNE 135-322, que les sean de aplicación:

– Señales de acero

De acuerdo con la Norma UNE 135-310-91, ser de chapa de acero galvanizado de  $1,8 \pm 2$  mm de espesor (Norma UNE 36.530), sin soldaduras, con pestaña de 25 mm y orla con un relieve de 2,5 a 4 mm.

– Señales de aluminio

Estarán constituidas con aluminio anodizado, de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE 135-321-91.

### **2.19.6.1.2 Características técnicas**

La adhesividad, duración y condiciones de reflectancia ser iguales o superiores a las que presenta el producto mundialmente conocido con el nombre de Scotchlite.

Los símbolos de las orlas exteriores, tendrán un relieve de 2,5 a 4 mm. Todas las señales tendrán un refuerzo perimetral de 25 mm de anchura, que estará formado por la misma chapa de la señal doblada en ángulo recto con tolerancia de más menos 4 mm ( $\pm 4$  mm).

Todos los tornillos, tuercas y arandelas que se utilicen ser galvanizados. El aspecto de la superficie galvanizada será homogéneo sin discontinuidades en la capa de zinc.

La capa de recubrimiento estará libre de ampollas, bultos, trozos arenosos, trozos negros contenido o acumulaciones de zinc.

La cantidad de zinc, será de 680 gr/m<sup>2</sup>, equivalente a 94 micras para las placas y postes, y de 142 gr/m<sup>2</sup>, equivalente a 20 micras para los elementos roscados. Sobre la chapa de acero galvanizado se aplicará una capa de imprimación epoxi de dos componentes que sirva de preparación, para conseguir un anclaje óptimo entre el galvanizado y la capa de pintura de esmalte sintético secado al horno o bien poliuretanos acrílicos de dos componentes secados al aire. Estas pinturas se ajustarán a las características y métodos de ensayo establecidos según la Norma UNE 135-331-94.

En las señales de advertencia de peligro y de reglamentación, todas sus inscripciones deberán ser estampadas. Los orificios de sustentación de las señales serán rasgados. Las pinturas que se emplearán en la fabricación de las señales se ajustará en cuanto a calidad, composición y tonalidad a lo especificado en la "Norma de pintura para las señales de tráfico" del Ministerio de Fomento.

Las señales al ser retrorreflectantes se ajustarán a las "Recomendaciones para el empleo de placas reflectantes", redactadas por la Dirección General de Carreteras de Ministerio de Fomento, y sus características (Nivel 1 2) y métodos de ensayo se ajustarán a lo establecido en la Norma UNE 135-330-93.

### **2.19.6.1.3 Soportes de las señales**

Los postes, piezas de anclaje, barandillas y cualquier elemento fijo o móvil que se empleen como soportes de las señales serán de chapa o perfil de acero galvanizado en caliente según Norma UNE 37.302.

Las dimensiones de estos elementos se atenderán a las que se dan en los planos de detalle, después de ser calculada en forma conveniente su resistencia. La galvanización se ajustará la que se especifica en el "Pliego de Condiciones para la recepción de postes metálicos galvanizados del Ministerio de Fomento" y cumplirán los requisitos indicados en la Normas UNE 37.507, 37.501, 57.508 y 37.183.

El diámetro de los orificios destinados a facilitar la suspensión es de 9 mm.

Los macizos de anclaje serán prismáticos ejecutados con hormigón Tipo HM-20 y con dimensiones enterradas variables en función del tipo de señal, tal y como se indica en los Planos.

#### **2.19.6.1.4 Medición y abono**

Las señales verticales de circulación retrorreflectantes, incluidos sus elementos de sustentación, anclajes y cimentaciones, se abonarán exclusivamente por unidades realmente colocadas en obra, al precio que figure en el Cuadro de Precios N° 1. Aquellas unidades que sean parte de un precio descompuesto no serán de abono por separado, tal es el caso para las unidades descritas en la unidad de desvío de tráfico que contempla las correspondientes señales.

#### **2.19.6.2 Señalización horizontal**

##### **2.19.6.2.1 Descripción**

La señalización de los viales se ha efectuado de acuerdo con las normas del Ministerio de Fomento dadas en la Norma 8.2-I.C. de fecha 16 de Julio de 1.987, por la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, en relación con las siguientes materias: color de las marcas viales, proporción del vano y trazo en las marcas viales, marcas longitudinales discontinuas y marcas continuas.

##### **2.19.6.2.2 Medición y abono**

Las señales horizontales de circulación, se abonarán exclusivamente por unidades realmente ejecutadas en obra, al precio que figure en el Cuadro de Precios N° 1. Aquellas unidades que sen parte de un precio descompuesto no serán de abono por separado, tal es el caso para las unidades descritas en la unidad de desvío de tráfico que contempla las correspondientes señales. La pintura reflexiva blanca se medirá en m<sup>2</sup>, mientras que las marcas viales se medirán en metros.

#### **2.19.6.3 Barreras de seguridad**

##### **2.19.6.3.1 Definición**

Se definen como barreras de seguridad los sistemas de contención de vehículos, instalados en los márgenes de las carreteras cuya finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención de un vehículo fuera de control.

Las barreras de seguridad, empleadas son:

- Metálicas, formadas por una serie continúa de elementos longitudinales (vallas), unos soportes (postes) que los mantienen a cierta altura y unos elementos intermedios (separadores) que conectan los dos anteriores.

##### **2.19.6.3.2 Materiales**

Los materiales indicados en este apartado se emplearán para los elementos definidos en las normas UNE 135 121 y UNE 135 122.

El acero para fabricación de la valla será de las características químicas y mecánicas fijadas en la norma UNE 36 093 para el grado AP-11, con un espesor nominal de tres milímetros (3 mm) y una tolerancia de más menos una décima de milímetro (0,1 mm).

El acero estará galvanizado en caliente, conforme a las normas UNE 37 501 y UNE 37 508. Las características del zinc utilizado en el galvanizado serán las recogidas en la norma UNE 37 301, y el espesor y masa mínimos del recubrimiento serán los definidos por la norma UNE 37 508 para aceros de espesor comprendidos entre tres y seis milímetros (3 y 6 mm).

El acero para fabricación de separadores y de elementos finales de barrera, será de las mismas características que el utilizado en la valla.

El acero utilizado en la fabricación de postes y otros accesorios conformados en frío serán de grado AP-11 según lo especificado en la norma UNE 36 093. Si el acero empleado es laminado en caliente, deberá cumplir lo establecido en la norma UNE-EN-10025.

Los elementos de unión (tornillería) deberán cumplir lo indicado en la norma UNE 135 125.



Todos los elementos accesorios estarán protegidos contra la corrosión mediante el procedimiento de galvanizado en caliente, conforme a la norma UNE 37 507 en el caso de la tornillería y elementos de fijación y en el caso de postes, separadores y otros elementos conforme a las normas UNE 37 501 y UNE 37 508.

Para la aceptación de los materiales utilizados en la fabricación de los elementos constituyentes de las barreras metálicas por parte del Director de las Obras el Contratista presentará un certificado emitido por un laboratorio acreditado, donde figuren las características de los mismos.

### **2.19.6.3.3 Características**

Los elementos constituyentes de las barreras de seguridad dispondrán preferiblemente el correspondiente documento acreditativo de certificación (marca "N" de AENOR).

En ningún caso podrán ser aceptados elementos constituyentes de las barreras de seguridad cuyas frecuencias de ensayo, realizados por un laboratorio acreditado, para la comprobación de las características especificadas en el presente artículo sean inferiores a las exigidas para disponer del correspondiente documento acreditativo de certificación. La garantía de calidad de los elementos constituyentes de las barreras de seguridad será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

### **2.19.6.3.4 Ejecución de las obras**

El Contratista comunicará por escrito al Director de las Obras, Antes de transcurridos treinta (30) días desde la fecha de firma del "acta de comprobación del replanteo", la relación completa de las empresas suministradoras de todos los materiales utilizados en la fabricación y de los propios elementos constituyentes de las barreras objeto del proyecto, así como la marca comercial, o referencia, que dichas empresas dan a esa clase y calidad.

Esta comunicación deberá ir acompañada del documento acreditativo de la certificación de los elementos ofertados (marca "N" de AENOR).

### **2.19.6.3.5 Seguridad y señalización de las obras**

Antes de iniciarse la instalación de los elementos constituyentes de las barreras de seguridad, el Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras, los sistemas de señalización para protección del tráfico, personal, materiales y maquinaria durante el período de ejecución de las mismas.

Dichos sistemas de señalización establecerán las medidas de seguridad y señalización a utilizar durante la ejecución de las obras, de acuerdo con toda la legislación que en materia laboral y ambiental esté vigente.

### **2.19.6.3.6 Medición y abono**

Las barreras de seguridad se abonarán por metros lineales (m) realmente colocados en obra, según su tipo, incluyendo en el precio cualquier elemento necesario para su colocación y puesta en obra, anclajes, a los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº1.

Aquellas unidades que son parte de un precio descompuesto no serán de abono por separado, tal es el caso para las unidades descritas en la unidad de desvío de tráfico que contemplan las correspondientes reposiciones de barrera de seguridad.

## **2.19.7 Bordillos, adoquinados y aceras**

### **2.19.7.1 Materiales**

- Bordillos

Los bordillos prefabricados de hormigón se ajustarán a las especificaciones establecidas en las normas UNE-EN 1340: "*Bordillos prefabricados de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo*", y en la UNE 127340, complemento de la anterior, sin perjuicio de lo establecido en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Los bordillos graníticos deberán cumplir las prescripciones establecidas en la norma UNE-EN 1343: “Bordillos de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo”.

– Adoquinados

Los materiales empleados en la fabricación de adoquines prefabricados de hormigón deberán cumplir las condiciones establecidas en la UNE-EN 1338: “Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo”.

Los adoquines graníticos cumplirán las condiciones establecidas en la UNE-EN 1342: “Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo”.

– Aceras

Las características de las aceras a emplear vendrán definidas en el Proyecto y podrán estar constituidas por losas o losetas hidráulicas, losas prefabricadas de hormigón, losas de hormigón granallado, losas de piedra caliza, baldosas de terrazo, pavimento de cemento ruleteado o cualquier otro tipo de material destinado a este fin.

La normativa técnica a aplicar, en función del material de la baldosa empleada, será la siguiente:

UNE-EN 1339: “Baldosas de hormigón. Especificaciones y ensayo”.

UNE 127339: “Baldosas de hormigón. Complemento nacional a la norma UNE-EN 1339”.

UNE-EN 1341: “Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo”.

### 2.19.7.2 Ejecución

– Bordillos

Todo bordillo ha de recibirse en una cama o solera de hormigón HM-20, clave para su funcionamiento general, independientemente del tipo de firmes que delimiten.

El espesor mínimo de la solera será de quince centímetros (15 cm), llegando a veinte centímetros (20 cm) en caso de soportar tráfico importantes. La anchura de la base será la del bordillo más diez centímetros (10 cm) a cada lado del mismo.

El bordillo se recibirá en la cama o solera mediante una capa de mortero de cemento y arena de río en la proporción de uno a tres (1 a 3), respectivamente. Este mortero debe ser duro, de consistencia seca y cono de Abrams inferior a cinco centímetros (5 cm).

La colocación se comenzará en una alineación recta y por el punto más bajo del tramo y se continuará pendiente arriba, siempre que se pueda.

La colocación de los primeros bordillos requiere un cuidado especial, puesto que esto se reflejará en la disposición de sucesivos elementos. Para obtener un modelo de colocación se tenderá una cinta, a modo de replanteo, para delimitar el borde de la alineación y que ésta sirva de referencia permanente.

De cualquier forma, se hace indispensable un retacado de los bordillos con hormigón, a modo de trasdosado.

Los bordillos no deben ser martilleados, ya que se pueden provocar marcas permanentes, astillamientos o desgajamientos de los mismos, y sólo en los casos en que sea imprescindible se permite usar un martillo de goma interponiendo un elemento amortiguador (banda de caucho, madera, etc.)

La junta entre piezas será de cinco milímetros (5 mm) como máximo, y se rellenará con el mismo tipo de mortero que se usa para colocar el bordillo. Para conseguir una apertura uniforme en las juntas se usarán separadores o distanciadores.

– Adoquinados

Una vez preparada la superficie sobre la que se colocarán los adoquines, el operario irá colocando los mismos por delante de él, de forma que, al avanzar, siempre irá pisando por encima de ellos. Por último, se efectúan los cortes de los remates.

Se deberá comprobar el perfecto encaje de las piezas y que el espesor de las juntas sea el mismo. Además, se verificará que no aparecen cejas entre los adoquines y que las piezas se han dispuesto alineadas.

– Aceras

El acerado se construirá según la geometría que se defina en el Proyecto.

Las aceras de baldosas hidráulicas se asentarán sobre una capa de mortero de cemento, nivelándolas a golpe de maceta y dándoles la pendiente de desagüe correspondiente. Después se pasará con una escobilla, una lechada de cemento para el relleno de las juntas, que no serán superiores a cinco milímetros (5 mm).

### 2.19.7.3 Control de calidad

– Bordillos

Los bordillos prefabricados de hormigón deberán estar en posesión del marcado CE y cumplir con la norma UNE-EN 1340.

Para el control de calidad de los bordillos de piedra natural se estará sujeto a lo establecido en las siguientes normas:

- UNE-EN 14231: Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo de fricción”.
- UNE-EN 14157: “Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la abrasión.
- UNE-EN 12407: “Métodos de ensayo para piedra natural. Estudio petrográfico”.
- UNE-EN 12372: “Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a flexión bajo carga concentrada”.
- UNE-EN 12371: Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la helicidad”.
- UNE-EN 1926: “Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial”.
- UNE-EN 1925: Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad”.

– Adoquinados

Para el control de calidad de los adoquinados de piedra natural se estará sujeto a lo establecido en las normas UNE-EN citadas para los bordillos de piedra natural.

– Aceras

Las baldosas que compondrán las aceras deberán estar en posesión del marcado CE. El símbolo de dicho marcado deberá figurar en los documentos comerciales de acompañamiento y/o sobre el embalaje, e ir acompañado por la información que aparece en la norma UNE-EN 1339, para baldosas de hormigón, y en la UNE-EN 1341, para baldosas de piedra caliza.

El adjudicatario aportará marca o sello de calidad que acredite el cumplimiento de las características exigidas en el Proyecto y que deberá ser aceptada por la Dirección de Obra.

Para el control de calidad de las losas de piedra natural se estará sujeto a lo establecido en las normas UNE-EN citadas para los bordillos de piedra natural.

La superficie no deberá presentar irregularidades superiores a cinco milímetros (5 mm).

#### **2.19.7.4 Medición y abono**

Los bordillos se medirán por metros (m) lineales realmente colocados y se abonarán, en función del tipo, mediante la aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye el suministro de las piezas, la excavación necesaria, el mortero de asiento, el relleno de juntas, el hormigón HM-20 en solera y el correspondiente refuerzo.

Los adoquinados se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente colocados y se abonarán, en función del material empleado, mediante la aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye el suministro de material, el mortero para la capa de asiento y la lechada para el relleno de juntas, salvo que figuren en el Proyecto unidades específicas para su medición y abono.

El pavimento de baldosas se medirá por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente colocados.

El precio incluye el suministro de material, el mortero para la capa de asiento y la lechada para el relleno de juntas, salvo que figuren en el Proyecto unidades específicas para su medición y abono.

Las aceras se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente colocados y se abonarán, en función del material empleado, mediante la aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios nº 1

El precio incluye todos los materiales, mano de obra y medios auxiliares necesarios para que la unidad quede totalmente terminada.

#### **2.19.8 Cerramientos**

##### **2.19.8.1 Materiales**

El cerramiento de las parcelas se ejecutará mediante muros de fábrica, bien de bloques prefabricados o bien de mampostería careada.

Estos materiales cumplirán con lo especificado para los mismos en los artículos correspondientes de este Pliego.

Para los casos en los que no esté previsto el cierre de la parcela mediante muros de fábrica, se podrán emplear los siguientes cerramientos:

- De acero pintado y malla electrosoldada.
- De acero galvanizado y malla electrosoldada.
- De acero galvanizado y malla de acero ondulada trenzada de hierro dulce.

### **2.19.8.2 Medición y abono**

El cerramiento de la parcela con muro de fábrica se medirá por metros (m) realmente colocados en obra y se abonará, en función del material empleado, mediante la aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios.

En el precio de la unidad se considera incluida la cimentación del muro con hormigón HM-20, el cerramiento metálico con malla de acero galvanizado de simple torsión, los postes de esquina e intermedios, el alambre de tensar y la pintura antioxidante y de acabado.

En el precio de la unidad se consideran incluidos todos los materiales, la mano de obra y los medios auxiliares necesarios para que la unidad quede totalmente terminada.

## **2.20 REPOSICIÓN DE SERVICIOS**

### **2.20.1 Consideraciones generales**

Las reposiciones de servicios del presente proyecto se definen en el Anejo-11.

En todos los casos y tipologías se deberán las Prescripciones Técnicas Particulares de los diferentes Organismos y/o Explotadores afectados (ARCGISA, ENDESA, etc), y en su defecto los indicados en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas y normativa vigente.

### **2.20.2 Medición y abono**

Con carácter general se ha distinguido las operaciones de localización de servicio afectado, tramitación y gestión de autorización y operación de cruce sin reposición sobre elemento de infraestructura existente función de la dimensión de la infraestructura, que se medirá y abonará por unidad conforme se cita en el Cuadro de Precios nº1.

Para aquellas unidades que requieren reposición, las unidades que componen las reposiciones de servicios se medirán y abonarán conforme se describe en el Cuadro de Precios Nº1.

Para el caso de las canalizaciones, estas incluirán las excavaciones, rellenos, hormigonados, etc., que no serán abonados por separado.

Para el caso del desmontaje y reposición de farolas, se distinguen con reutilización o no de los materiales existentes, así como la inclusión de la cimentación y elementos asociados.

Para el caso de las EDAR existentes afectadas por la construcción de las EBAR, tanques de tormentas y nuevas instalaciones, se ha contemplado la localización completa de conjunto de conducciones (línea de agua, fangos, vaciado, ..), canalizaciones eléctricas y de alumbrado, y otros servicios afectados por las obras a ejecutar en el recinto de la EDAR consistente en labores de localización mediante microgravimetría y/o cala con excavación manual y/o mecánica a su alrededor, operaciones de sostenimiento con vigas y perfiles laminados, refuerzo de líneas del servicio, excavación en mina, sostenimiento y apuntalamiento del servicio durante la operación, carga y transporte de material a vertedero autorizado, posterior relleno con hormigón, relleno seleccionado manual y compactado. Las unidades se abonarán conforme el Cuadro de Precios nº1 incluyendo el sostenimiento, mantenimiento y reposición de servicio.

La retirada, desmontaje, desplazamiento y reposición temporal de tratamiento de fangos de la EDAR de Guadarranque y cuadros eléctricos afectada por la ejecución de la EBAR y tanque de tormentas, se abonará por unidad, incluido el desplazamiento de centrifuga, ejecución de nuevo depósito, grupos de bombeo, conductos, conexiones, elementos y obra civil requerida para el adecuado funcionamiento. Igualmente para las instalaciones eléctricas.

Para las pruebas y puesta en marcha de las instalaciones se abonará una unidad de conjunto de operaciones necesarias de conexión, tapiados (arquetas y/o colectores), obturaciones, y bypass provisionales necesarios.

En Madrid, julio de 2020

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.  
Colegiado N° 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Dña. Alicia Esteban Pedregal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado n° 34.296

Examinado y conforme.  
El Director del proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme.  
El jefe de área de proyectos y expropiaciones



D. Daniel Gálvez Cruz

Vº.Bº.  
El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS  
PARTICULARES.  
EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA**





## ÍNDICE

1.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA.....	1
1.1.- NORMATIVA.....	1
1.2.- MATERIALES BÁSICOS.....	1
1.2.1.- Cales.....	1
1.2.2.- Yesos y escayolas.....	2
1.2.3.- Materiales cerámicos.....	4
1.3.- HORMIGONES.....	8
1.4.- CUBIERTAS.....	8
1.4.1.- Tipos de cubiertas.....	8
1.4.2.- Ejecución.....	10
1.4.3.- Control de Calidad.....	13
1.4.4.- Medición y abono.....	16
1.5.- FÁBRICAS Y CERRAMIENTOS.....	16
1.5.1.- Paneles prefabricados de hormigón.....	16
1.5.2.- Bloques.....	17
1.5.3.- Cerámicas.....	18
1.5.4.- Mampostería de piedra.....	19
1.5.5.- Sillería.....	20
1.5.6.- Vidrio.....	21
1.5.7.- Vidrieras.....	22
1.5.8.- Lucernarios.....	23
1.6.- CARPINTERÍAS.....	25
1.6.1.- Acero.....	25
1.6.2.- Hormigón.....	25
1.6.3.- Acero inoxidable.....	26
1.6.4.- Aleaciones ligeras.....	26
1.6.5.- Maderas.....	26
1.6.6.- Plásticos.....	27
1.6.7.- Medición y abono.....	27
1.7.- REVESTIMIENTOS (ENFOSCADOS, ENLUCIDOS, SOLADOS, PAVIMENTOS, ETC.).....	27
1.7.1.- Materiales.....	27
1.7.2.- Ejecución.....	28
1.7.3.- Control de calidad.....	29
1.7.4.- Medición y abono.....	29
1.8.- AISLAMIENTOS.....	30
1.8.1.- Aislamientos térmicos.....	30
1.8.2.- Aislamientos acústicos.....	30
1.8.3.- Medición y abono.....	31
1.9.- LÁMINAS.....	31

---

1.9.1.-	Asfálticas .....	31
1.9.2.-	Planchas de poliestireno expandido por extrusión.....	33
1.9.3.-	Planchas de fibra de vidrio .....	34
1.9.4.-	Medición y abono .....	36
1.10.-	VIDRIERÍA .....	36
1.10.1.-	Características técnicas exigibles .....	36
1.10.2.-	Condicionantes particulares de recepción .....	37
1.10.3.-	Medición y abono .....	37
1.11.-	HORMIGÓN CELULAR ESPUMOSO .....	38
1.11.1.-	Características técnicas exigibles .....	38
1.11.2.-	Condicionantes particulares de recepción .....	38
1.12.-	INSTALACIONES .....	38
1.12.1.-	Condiciones generales .....	38
1.12.2.-	Instalaciones interiores de evacuación de aguas.....	39
1.12.3.-	Instalación interior de suministro de agua.....	39
1.12.4.-	Instalaciones térmicas.....	40
1.12.6.-	Instalaciones eléctricas .....	41
1.12.7.-	Protección contra el fuego .....	43
1.13.-	TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES .....	43
1.13.1.-	Cobre .....	43
1.13.2.-	Plomo.....	44
1.13.3.-	Acero .....	44
1.13.4.-	P.V.C. Sanitario.....	44
1.13.5.-	Medición y abono .....	44

# 1.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA

## 1.1.- **NORMATIVA**

En todo aquello que no esté expresamente indicado en las presentes Prescripciones, ni se oponga a ellas, serán de aplicación lo referido a la Normativa vigente, en su última redacción, Y, en general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

La normativa ASTM sobre tuberías y sus juntas prevalecerá sobre las restantes normativas excepto en lo relativo a las características de los materiales (agua, áridos, cementos, hormigones, etc.) para los que el presente Pliego aplica la normativa vigente en España. En este caso las normas ASTM se aplicarán subsidiariamente.

Igualmente, en el dimensionado de las tuberías para la determinación de las acciones debidas a cargas móviles (carreteras, ferrocarriles, etc.) se aplicarán las instrucciones vigentes en España.

Para la aplicación y cumplimiento de estas normas, así como para la interpretación de errores u omisiones contenidos en las mismas, se seguirá tanto por parte del Contratista, como por parte de la Dirección de las obras, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones que hayan servido para su aplicación. En caso de discrepancia entre las normas anteriores, y salvo manifestación expresa en contrario en el presente Pliego se entenderán que es válida la prescripción más restrictiva.

Cuando en alguna disposición se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

Asimismo, serán de aplicación las modificaciones, ampliaciones, etc. de las Normas, que entren en vigor

En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si alguna de las normas anteriormente relacionadas regula de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.

Las contradicciones que puedan existir entre los distintos condicionados, serán resueltas por la Dirección de Obra, que así mismo determinará, la normativa más restrictiva en caso de contradicción.

## 1.2.- **MATERIALES BÁSICOS**

### 1.2.1.- **Cales**

#### 1.2.1.1.- **Características técnicas exigibles**

##### a) Cal Aérea

Cal Aérea es el conglomerante constituido fundamentalmente por óxido cálcico (cal viva) o hidróxido de calcio (cal apagada), obtenido por calcinación de materiales calizos, y que tiene la propiedad de endurecerse únicamente al aire, después del amasado con agua, por la acción del anhídrido carbónico.

El contenido en anhídrido carbónico será inferior al cinco por ciento (5%).

En las obras a las cuales es de aplicación el presente Pliego se empleará la Cal Aérea Tipo I, definida en el artículo 200 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

La cal aérea tipo I tendrá un contenido de óxido cálcico y magnésico mínimo del noventa por ciento (90%).

#### b) Cal hidráulica

Cal Hidráulica es el conglomerante pulverulento y parcialmente hidratado, que se obtiene calcinando calizas, que contiene sílice y alúmina, a una temperatura casi de fusión, para que se forme el óxido cálcico libre necesario para permitir su hidratación y, al mismo tiempo, deje cierta cantidad de silicatos de calcio anhídridos que den al conglomerante sus propiedades hidráulicas.

Las cales hidráulicas, después de amasadas con agua, se endurecen al aire, y también en agua, siendo esta última propiedad la que las caracteriza.

El producto se rechazará si en el momento de abrir el recipiente que lo contenga aparece en estado grumoso o aglomerado.

Si el contenido de óxido magnésico no es mayor del cinco por ciento (5%) sobre muestra calcinada, se denomina cal hidráulica de bajo contenido de magnesia, y si es mayor del cinco por ciento (5%) cal hidráulica de alto contenido de magnesia o cal hidráulica dolomítica.

No debe presentar agrietamientos de expansión, alabeos o desintegración al ser sometido al ensayo definido por la Norma UNE 7204-62 para determinar la estabilidad del volumen.

El principio de fraguado no sucederá Antes de 2 horas y el final no después de 48 horas al realizarse el ensayo de fraguado según la Norma UNE 7188-62.

El contenido de  $\text{SiO}_2$  soluble +  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  +  $\text{Al}_2\text{O}_3$  será superior o igual al 20% para la de tipo I, al 15% para la de tipo II y al 10% para el III, según la Norma UNE 7095-55, siendo preferente la utilización de cales hidráulicas del tipo I.

El contenido en anhídrido carbónico será inferior o igual al 5% según la Norma UNE 7099-56.

La finura de molido según la Norma UNE 7190-63 será inferior o igual al 5% para la de tipo I y al 10% para la de tipo II y III.

La resistencia a compresión será como mínimo de cincuenta kilopondios por centímetro cuadrado ( $50 \text{ kp/cm}^2$ ).

#### **1.2.1.2.- Condiciones particulares de control y recepción**

El Contratista controlará la calidad de las cales para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en el Pliego de Carreteras (PG-3) y en la normativa vigente.

El producto estará envasado adecuadamente y constará en él el tipo de cal y peso contenido.

Se rechazará todo el material que al momento de abrir el recipiente que lo contenga aparezca en estado grumoso o aglomerado.

Al inicio de la obra se determinarán, para la cal hidráulica, las siguientes características según las normas de ensayo que se especifican:

- 1.- Estabilidad de volumen, UNE 7204-62.
- 2.- Tiempos de fraguado, UNE 7188-62.
- 3.- Análisis químico, UNE 7095-55 y 7099-56.
- 4.- Finura de molido, UNE 7190-63.

En caso de utilización para mortero de fábrica resistente se determinarán solamente las características 3 y 4 y en caso de utilización para enfoscados, las 1 y 2.

Salvo indicación en contra de la Dirección de Obra se exigirá el Certificado del Fabricante de que se cumplen los requisitos indicados en los apartados anteriores.

#### **1.2.2.- Yesos y escayolas**

##### **1.2.2.1.- Características técnicas exigibles**

Los yesos y escayolas empleadas en unidades de obra comprendidos dentro del ámbito de aplicación del presente Pliego serán los definidos en el vigente Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas en las Obras de Construcción "RY-85", y cumplirán las prescripciones establecidas en el mismo.

a) Envasado y recepción

Los yesos y escayolas deberán estar secos y exentos de grumos y se expendrán en envases adecuados para que no sufran alteración.

En cada envase deberán figurar los siguientes datos:

Nombre del fabricante o marca comercial del producto.

Designación del producto contenido según el vigente Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas.

b) Peso neto.

El producto deberá rechazarse, si, en el momento de abrir el recipiente que lo contenga, aparece húmedo o grumoso.

Independientemente de esta primera comprobación previa a la admisión del producto, se realizarán los ensayos que se crean necesarios para la comprobación de las características especificadas. Estos ensayos se realizarán de acuerdo con las normas UNE 7064 y UNE 7065 siguiendo el Programa de Control de Calidad.

Estas comprobaciones se repetirán durante el almacenaje del producto, siempre que exista duda de que, bien por el tiempo de almacenaje, bien por las condiciones del mismo, se hayan podido producir variaciones en las características.

c) Tipos

• Yeso Negro

El contenido en sulfato cálcico semihidratado, será, como mínimo el cincuenta por ciento (50%) en peso.

El residuo en tamiz 1,6 UNE 7050 no será mayor del ocho por ciento (8%).

El residuo en tamiz 0,2 UNE 7050 no será mayor del veinte por ciento (20%).

El residuo en tamiz 0,08 UNE 7050 no será mayor del cincuenta por ciento (50%).

Las probetas de pasta normal, ensayadas a flexión de acuerdo con la Norma UNE 41022 tendrán una resistencia mínima de treinta kilogramos por centímetro cuadrado (30 kg/cm<sup>2</sup>).

La resistencia a compresión, determinada sobre medias probetas procedentes de los ensayos a flexión, será como mínimo setenta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (75 kg/cm<sup>2</sup>).

• Yeso Blanco

El contenido en sulfato cálcico semihidratado, será como mínimo el sesenta y seis por ciento (66%).

El residuo en tamiz 1,6 UNE 7050 no será mayor del uno por ciento (1%).

El residuo en tamiz 0,2 UNE 7050 no será mayor del diez por ciento (10%).

El residuo en tamiz 0,08 UNE 7050 no será mayor del veinte por ciento (20%).

Las probetas de pasta normal, ensayadas a flexión de acuerdo con la Norma UNE 41022 tendrán una resistencia mínima de cuarenta kilogramos por centímetro cuadrado (40 kg/cm<sup>2</sup>).

La resistencia a compresión determinada sobre medias probetas procedentes de los ensayos a flexión, serán como mínimo cien kilogramos por centímetro cuadrado (100 kg/cm<sup>2</sup>).

• Escayolas

El contenido en sulfato cálcico semihidratado será como mínimo del 80%.

El residuo en el tamiz 1,6 UNE 7050 será nulo (0%).

El residuo en tamiz 0,2 UNE 7050 no será mayor del dos por ciento (2%).

El residuo en tamiz 0,08 UNE 7050 no será mayor del dieciséis por ciento (16%).

El principio del fraguado se realizará entre los 4 y 15 minutos y el fin del fraguado será inferior a los 30 minutos.

Las probetas prismáticas de pasta normal ensayadas a flexión de acuerdo con la Norma UNE

41023 tendrán una resistencia mínima de setenta kilogramos por centímetro cuadrado (70 kg/cm<sup>2</sup>).

La resistencia a compresión, determinada sobre medias probetas procedentes de los ensayos a flexión, serán como mínimo ciento cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado (150 kg/cm<sup>2</sup>).

### **1.2.2.2.- Condiciones particulares de control de recepción**

El Contratista controlará la calidad de los yesos para que sus características se ajusten a lo indicado en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas en las Obras de Construcción, en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La recepción de cada partida suministrada se realizará según el Pliego RY-85.

Al inicio de la obra se determinarán las siguientes características según las normas de ensayo que se especifican:

- 1.- Identificación, RY-85.
- 2.- Agua combinada, UNE 102032-84.
- 3.- Índice de pureza, UNE 102032-84.
- 4.- Contenido en SO<sub>4</sub>Ca.1/2H<sub>2</sub>O, UNE 102037-85.
- 5.- Determinación de pH, UNE 102032-84.
- 6.- Finura de molido, UNE 102031-82.
- 7.- Resistencia a flexotracción, UNE 102031-82.
- 8.- Trabajabilidad, UNE 102031-82.

La muestra de 18 kg se distribuirá en tres envases estancos de 6 kg, debiendo permanecer en obra al menos 60 días uno de los envases.

En las características correspondientes al índice de pureza, finura de molido y resistencia mecánica a flexotracción se aceptarán unas desviaciones máximas del 5 por 100.

Salvo indicación en contra de la Dirección de Obra se exigirá el Certificado del Fabricante de que se cumplen los requerimientos indicados en los apartados anteriores.

### **1.2.3.- Materiales cerámicos**

#### **1.2.3.1.- Azulejos**

- Características técnicas exigibles

Se define como azulejo a la pieza formada por un bizcocho cerámico, que presenta una superficie esmaltada impermeable e inalterable a los ácidos, a las lejías y a la luz. Deberá haber sido cocido a temperatura superior a 900°C. Su resistencia a flexión será mayor o igual que 150 kg/cm<sup>2</sup>. Su dureza superficial Mohs no será inferior a 3. Su dilatación térmica entre 20 °C y 100 °C, oscilará entre 5 x 10<sup>-6</sup>. Su espesor no será menor de 3 mm ni mayor de 15 mm.

La tolerancia en sus dimensiones será del 1% en menos.

No deberá estar esmaltado en la cara posterior ni en los cantos. Asimismo, tendrá marca en el reverso para poder identificarlo.

Los azulejos tendrán color uniforme, no tendrán poros ni grietas en la superficie vitrificada que deberá ser completamente plana.

El bizcocho podrá ser de:

Pasta roja: arcilla roja sin mezcla de arena ni cal.

Pasta blanca: caolín con mezcla de carbonato de cal, productos silíceos y fundentes.

Las piezas podrán llevar los cuatro cantos lisos o bien con ingletes o borde romo o en uno o en dos de ellos. En cada canto liso se dispondrán dos separadores en forma de pestaña de 0,5 mm de saliente y 20 mm de longitud.

El color y las dimensiones serán las que determine la Dirección de la Obra a la vista de las muestras recibidas del Contratista.

Las características geométricas, físicas y tolerancias cumplirán las especificaciones expresadas en

la Norma UNE 67087-85.

Los adhesivos para alicatados serán elásticos, no tóxicos e inalterables al agua y tendrán concedido el Documento de Idoneidad Técnica.

Condiciones particulares de control de recepción

En cada lote compuesto por 50.000 piezas o fracción, se determinarán las siguientes características según las normas de ensayo que se especifican:

- 1.- Aspecto, dimensiones y forma, UNE 67087-85.
- 2.- Absorción de agua, UNE 67099-85.
- 3.- Resistencia al cuarteo, UNE 67105-83.
- 4.- Resistencia química, UNE 67122-85.
- 5.- Resistencia a la abrasión, UNE 67154-85.
- 6.- Resistencia al choque térmico, UNE 67104-84.
- 7.- Resistencia a la helada, UNE 67202-85.

Los ensayos 1, 2, 5 y 7 se efectuarán sobre una muestra de 10 piezas, los 3, 4 y 6 sobre 5 piezas.

En todos los casos se realizarán los ensayos 1, 2, 3, 4 y 5. En exteriores todos los ensayos a excepción del 7 que solamente se llevará a cabo en las zonas Y o Z definidas en la CTE.

### **1.2.3.2.- Bloques**

- Características técnicas exigibles

Las piezas a emplear en forjados deberán cumplir las condiciones de la "Instrucción de hormigón estructural".

Las tolerancias dimensionales, características geométricas, físicas y defectos cumplirán las especificaciones expresadas en la Norma UNE 67020-86.

Condiciones particulares de control de recepción

En cada lote compuesto por 2.000 m<sup>2</sup> de forjado o fracción se determinarán las siguientes características según especifica la "Instrucción de hormigón estructural":

- 1.- Características geométricas, UNE 67020-86.
- 2.- Resistencia a la flexión, UNE 67037-86.
- 3.- Resistencia a compresión, UNE 67038-86.

Cada ensayo se realizará sobre una muestra de 6 piezas.

El ensayo 3 solamente se realizará si se consideran las piezas de entrevigado como resistentes.

Baldosas

Características técnicas exigibles

Las características geométricas, físicas y tolerancias cumplirán las especificaciones expresadas en la Norma UNE 67087-85.

Condiciones particulares de control de recepción

En cada lote compuesto por 50.000 baldosas o fracción, se determinarán las siguientes características según las normas de ensayo que se especifican:

- 1.- Aspecto, dimensiones y forma, UNE 67087-85.
- 2.- Absorción de agua, UNE 67099-85.
- 3.- Resistencia al cuarteo, UNE 67105-83.
- 4.- Resistencia química, UNE 67122-85, 67106-85.
- 5.- Resistencia a la abrasión, UNE 67154-85, 67102-85.
- 6.- Resistencia al choque térmico, UNE 67104-84.
- 7.- Resistencia a la helada, UNE 67202-85.

Los ensayos 1, 2, 5 y 7 se efectuarán sobre una muestra de 10 piezas, los 3, 4 y 6 sobre 5 piezas.

En todos los casos, se realizarán los ensayos 1, 2, 4 y 5. El ensayo nº3 se efectuará en caso de baldosas esmaltadas.

En exteriores, además los ensayos nº6 y 7, limitándose este último a las zonas Y o Z definidas en la CTE.

### 1.2.3.3.- Gres

- Características técnicas exigibles

Las plaquetas de gres se constituyen a base de arcillas, caolines, sílice, fundentes y otros componentes, cocidos a altas temperaturas.

Cuando su acabado sea esmaltado, el esmalte o revestimiento vítreo será totalmente impermeable e inalterable a la luz. Cualquier otro acabado, como englobado y salado, que reúna dichas características será considerado a efectos de este Pliego como esmaltado.

Su cara vista se presentará lisa o con relieves, y exenta de grietas y manchas. La cara posterior con relieves que facilitan su adherencia con el material de agarre.

La plaqueta normal reunirá las siguientes características mínimas en función de su coeficiente de absorción de agua:

Absorción de agua (a en %)	Peso específico aparente (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
a < 3	2.300	250
3 < a < 6	2.200	200
6 < a < 10	2.100	175
10 < a	1.900	125

Las características geométricas, físicas y tolerancias cumplirán las especificaciones expresadas en la Norma UNE 67087-85.

Condiciones particulares de control de recepción

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las correspondientes normas y disposiciones vigentes a su fabricación, exigiéndose a su recepción el correspondiente certificado del fabricante.

En cada lote compuesto por 50.000 baldosas o fracción, se determinarán las siguientes características según las normas de ensayo que se especifican:

- 1.- Aspecto, dimensiones y forma, UNE 67087-85.
- 2.- Absorción de agua, UNE 67099-85.
- 3.- Resistencia química, UNE 67106-85.
- 4.- Resistencia a la abrasión, UNE 67102-85.
- 5.- Resistencia al choque térmico, UNE 67104-84.
- 6.- Resistencia a la helada, UNE 67202-85.

Los ensayos 1, 2, 4 y 6 se efectuarán sobre una muestra de 10 piezas, los 3 y 5 sobre 5 piezas.

En todos los casos se realizarán los ensayos nº1, 2, 3 y 4. En pavimentos exteriores todos los ensayos a excepción del nº6 que solamente se llevará a cabo en las zonas Y o Z definidas en la CTE.

### 1.2.3.4.- Gres

- Características técnicas exigibles

Cumplirán las prescripciones del Pliego General de Condiciones para la recepción de los ladrillos cerámicos en las obras de construcción "RL-88".

La capacidad de absorción de agua no será superior al 22 por 100 en peso, para ladrillos de clase V, ni al 25 por 100 para los de clase NV.

La succión no será superior a 10 g/dm<sup>2</sup> minuto.

Se considerará heladizo y por lo tanto rechazable si tras someterse al ensayo definido por la Norma UNE 67028-84, hay pérdidas de peso mayor al 1 por 100 de la mitad del número de ciclos prescrito.



La capacidad de aumento de volumen por efecto de la humedad no será superior a 0,8 mm/m para ladrillos de clase V, ni superior a 1,2 mm/m para los de clase NV.

Condiciones particulares de control de recepción

Antes del comienzo del suministro se realizarán los ensayos previos, en caso de no presentarse certificado de ensayo realizado por un Laboratorio según lo especificado por el Pliego RL-88.

En cada lote compuesto por el conjunto de ladrillos de igual designación recibidos en obra en una misma unidad de transporte o en varias en un día, se determinarán las siguientes características según las normas que se especifican como ensayos de control:

- 1.- Forma, aspecto, textura y dimensiones, UNE 67019-86, 67030-85.
- 2.- Succión, UNE 67031-85.
- 3.- Eflorescencia, UNE 67029-85.
- 4.- Resistencia a compresión, UNE 67026-84.
- 5.- Resistencia a la helada, UNE 67028-84
- 6.- Masa, RL-88.

La muestra estará compuesta por 24 ladrillos, realizándose los ensayos 1, 4 y 6 sobre 6 unidades, el 2 sobre 3, el 5 sobre 12 y el 3 sobre 6 unidades.

El ensayo 5 solo se realizará en fábricas vistas en exteriores y el ensayo 3 solo para ladrillos de clase V.

#### **1.2.3.5.- Bovedillas**

- Características técnicas exigibles

Las piezas a emplear en forjados deberán cumplir las condiciones de la "Instrucción de hormigón estructural".

Las tolerancias dimensionales, características geométricas, físicas y defectos cumplirán las especificaciones expresadas en la Norma UNE 67020-86.

Condiciones particulares de control de recepción

En cada lote compuesto por 2.000 m<sup>2</sup> de forjado o fracción se determinarán las siguientes características según especifica la "Instrucción de hormigón estructural":

- 1.- Características geométricas, UNE 67020-86.
- 2.- Resistencia a la flexión, UNE 67037-86.
- 3.- Resistencia a compresión, UNE 67038-86.

Cada ensayo se realizará sobre una muestra de 6 bovedillas.

El ensayo 3 solamente se realizará si se consideran las piezas de entrevigado como resistentes.

#### **1.2.3.6.- Tejas**

- Características técnicas exigibles

Las características geométricas, físicas y defectos estructurales cumplirán las especificaciones y tolerancias expresadas en la Norma UNE 67024-85.

Condiciones particulares de control de recepción

En cada lote compuesto por 15.000 tejas o fracción se determinarán las siguientes características según las normas que se especifican:

- 1.- Características, forma, aspecto, textura, dimensiones, UNE 67024-85.
- 2.- Resistencia a la flexión, UNE 67035-85.
- 3.- Permeabilidad al agua, UNE 67033-85.
- 4.- Heladicidad, UNE 67034-86.

Cada ensayo se realizará sobre muestras de 6 tejas.

El ensayo nº4 se exigirá según la CTE.

### 1.3.- HORMIGONES

Los hormigones y estructuras de hormigón se regirán según las especificaciones indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas de Obra Civil.

Para el caso de los prefabricados, la medición y abono se realizará de acuerdo con el Cuadro de precios nº1, donde se distinga la tipologías y característica del mismo.

### 1.4.- CUBIERTAS

#### 1.4.1.- Tipos de cubiertas

- Forjados unidireccionales

Los forjados unidireccionales estarán formados por dobles viguetas autorresistentes de hormigón pretensado, separadas entre sí sesenta centímetros (60 cm), con entrevigado de bloque de hormigón y con capa de compresión de cinco centímetros (5 cm) de HA-25/P/20/I.

Deberán cumplir las prescripciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Las viguetas que se reciban en obra llevarán marcado el nombre del sistema, la designación de su tipo, que corresponde a las características mecánicas garantizadas en su ficha de características, y la fecha de fabricación.

- Forjado reticular

Los forjados serán con nervios de hormigón armado dispuestos en dos direcciones perpendiculares entre sí, y con capa de compresión de HA-25/P/20/I.

Las piezas de entrevigado serán bloques de hormigón o cerámicas sin alabeos, roturas ni fisuraciones, los cuales deberán resistir, apoyado en sus bordes, una carga vertical de veinticinco newton por milímetro cuadrado (25 N/mm<sup>2</sup>).

Deberán cumplir las prescripciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) y en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

- Forjado placas alveolares

Los forjados de placas alveoladas prefabricadas de hormigón deberán cumplir las prescripciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Sobre las placas se dispondrá una capa de compresión de cinco centímetros (5 cm) de HA/35/P/I.

- Fábrica de ladrillos

Los materiales empleados deberán cumplir las especificaciones del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico: Seguridad Estructural-Fábrica.

- Fábrica de bloques de hormigón

Los materiales empleados en la fabricación de los bloques de hormigón cumplirán con la norma UNE-EN 771-3: “Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros)”, sin perjuicio de lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) y en la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08).

- Mampostería

Se define como mampostería a la obra de fábrica realizada con piedras sin labra o con poca labra de tamaño tal que permita manejarlas a mano.

La mampostería se clasifica en:

- Careada: en la que los mampuestos están labrados por una sola cara que define el paramento.
- Concertada: la que se construye colocando, en sus paramentos vistos, mampuestos con sus caras labradas en forma poligonal más o menos regular para que su asiento se verifique sobre superficies sensiblemente planas.

- Descafilada: cuando los mampuestos están labrados en los bordes de una cara, que define el paramento dejándose el resto de dicha cara saledizo o averrugado.
- En seco: la construida colocando los mampuestos a hueso, sin ningún mortero de unión ante ellos.
- Ordinaria: cuando se colocan, incluso en el paramento, piedras o mampuestos de varias dimensiones, sin labra ninguna, arreglada solamente a martillo.

La piedra a emplear en mampostería deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearlas con el martillo.
- Ser inalterable al agua y a la superficie y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Cada pieza deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación y será de una conformación tal, que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.

Las dimensiones en las piedras serán las indicadas en los planos y, si no existieran tales detalles al respecto, se preverán las dimensiones y superficies de las caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.

Por lo general las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm), anchos mínimos de una vez y medio su espesor y longitudes mayores de una vez y medio su ancho. Cuando se emplean piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm).

Por lo menos un cincuenta por ciento (50%) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo, de veinte decímetros cúbicos (20 dm<sup>3</sup>).

Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.

La capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso.

- Morteros de cemento

En el Proyecto se definirá la dosificación en función del uso a que se destina.

El cemento será CEM I-32,5. En general, el mortero para fábricas de ladrillo y mampostería tendrá una dosificación de doscientos cincuenta kilogramos (250 kg) de CEM I-32,5 por metro cúbico, y para el resto de usos será superior a cuatrocientos cincuenta kilogramos (450 kg) de CEM I-32,5 por metro cúbico.

- Cubiertas

Los materiales a utilizar en la formación de cubiertas deberán cumplir las prescripciones establecidas en el apartado 2.4 del Documento Básico HS: Salubridad del Código Técnico de la Edificación (CTE).

- Paneles sándwich

Se distinguen:

- Cubierta tipo "sandwich" translúcido, formada por dos placas de poliéster grecado reforzado con fibra de vidrio incluso p.p. de solapes, accesorios de fijación y juntas de estanqueidad, tornillería y piezas de anclaje, junquillo y material auxiliar para fijación de placas, lama cubrejuntas y resto de elemento.
- Panel conformado por chapa tipo sandwich, BT, aislante y chapa BC-90 o similar de estructura autoportante formada por perfilera de aluminio extrusionada con aleación 6063 lacado y tratamiento térmico T-5, con capacidad portante hasta 1,53 m entre luces, para 100 Kg/m<sup>2</sup>, 50 mm. de poliestireno estruido de densidad 30 Kg/m<sup>3</sup>, y cabrios laterales de 48x25 mm y tablero aglomerado hidrófugo de 10 mm, todo ello

fijado sobre correas según especificaciones, incluso p.p. de solapes, accesorios de fijación y juntas de estanqueidad, tornillería y piezas de anclaje, junquillo y material auxiliar para fijación de placas, lama cubrejuntas y resto de elementos. Totalmente instalado y ejecutado con p.p. canalones, cumbreras y remates laterales, de piezas de cubierta desmontable para extracción equipo, carga y descarga del material.

#### **1.4.2.- Ejecución**

- Forjados unidireccionales

Para la ejecución de los forjados de viguetas de hormigón pretensado deberán cumplirse las prescripciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) y en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Las viguetas se almacenarán en obra en su posición normal de trabajo, sobre apoyos de suficiente extensión y evitando contacto con el terreno o con cualquier producto que las pueda manchar o deteriorar.

- Forjado reticular

Los forjados serán con nervios de hormigón armado dispuestos en dos direcciones perpendiculares entre sí, y que cumplan las condiciones que establecen las bases de cálculo del Anejo correspondiente.

Las piezas de entrevigado serán de bloques de hormigón o cerámicas sin alabeos, roturas ni fisuraciones, deberán resistir, apoyado en sus bordes una carga vertical de doscientos cincuenta kilogramos por metro cuadrado (250 Kg/m<sup>2</sup>). Los puntales del encofrado serán capaces de soportar el peso del forjado que sobre él gravita más un treinta por ciento (30%) por carga accidental durante la construcción. Se colocarán bajo las sopandas, no debiéndose utilizar diámetros inferiores a siete centímetros (7 cm), ni admitiéndose más de un puntal empalmado por cada cuatro voladizos.

Conviene introducir riostras y cruces de San Andrés discrecionalmente, sobre todo el contorno. Cuando la altura supere los cuatro metros (4 m) se tomarán precauciones en la disposición de puntales y su arriostramiento.

Cuando se trate del primer forjado se cuidará el apoyo de los puntales sobre el terreno.

El desencofrado se realizará:

- En condiciones normales de temperatura, el plazo de desencofrado será de veintiún días.
- Puede homogeneizarse la planta superior a los ocho días del hormigonado de la planta inferior, siempre que ésta se encuentre apuntalada.
- No deben existir más de tres plantas encofradas simultáneamente.
- Para luces de recuadros mayores de 6,0 x 6,0 m. o bien cuando la temperatura se aproxime a los 5° C., los ocho días del segundo apartado se sustituirán por diez días.
- En caso de voladizos el desencofrado se hará de manera que la fecha se obtenga gradualmente.
- Se evitará el desencofrado súbito y sin precauciones, evitando el impacto de los encofrados sobre los forjados.

Durante la construcción de los cerramientos y tabiques se evitará el acopio excesivo de material sobre el forjado e igualmente se tendrá en cuenta la deformación propia del mismo a fin de evitar la formación de fisuras en las fábricas.

Es muy importante evitar los agujeros en las zonas macizas de capiteles. En el caso de que sea inevitable los orificios, se preverán al hacer el Proyecto a fin de disponer el armado especial que cada caso requiera y poder emplear como molde tubos de PVC o metálicos sin herir el hormigón del capitel.

Se verificará que no disminuya la resistencia al esfuerzo cortante o a la flexión en el elemento y en ningún caso se practicarán agujeros después de hormigonar el forjado.

Las piezas de aligeramiento se mojarán previamente y en este estado se encontrarán en el momento de hormigonar.

La alineación de las piezas debe ser lo más perfecta posible utilizando el procedimiento que se estime oportuno.

Los capiteles o zonas macizas del forjado se anclarán a los pilares según el detalle que deberá figurar en los planos correspondientes.

Antes de hormigonar, se revisará la disposición, calibres y recubrimientos de las armaduras.

A no ser que se indique expresamente otra cosa, los nervios perimetrales tendrán un ancho mínimo de veinticinco centímetros (25 cm), pero siempre mayor que el canto del forjado.

Cuando existan fábricas u otro tipo de cargas que apoyen sobre forjados, se asegurará que dicho forjado ha sido calculado para dicha carga, a cuyo fin en los planos se indicará la zona prevista para dicho apoyo.

Se evitará la colocación de maquinillos en los bordes de los forjados sin el debido apeo.

Cuando se dejen vanos para la implantación de la grúa se procurará que no afecten a las fajas principales entre pilares y sobre todo que no deje en vuelo el forjado cortado.

- **Forjado placas alveolares**

La ejecución de los forjados de placas alveoladas cumplirá con las especificaciones establecidas al respecto en el artículo 76º y en el Anejo nº12 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

- **Fábrica de ladrillos y fábrica de bloques de hormigón**

El cálculo y la ejecución de las fábricas se regirán por el artículo 7 del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico: Seguridad Estructural-Fábrica.

- **Mampostería**

Las fábricas de mampostería se ejecutarán con la mayor trabazón posible, evitándose que queden divididas en hojas en el sentido del espesor.

Si los mampuestos no tuvieran el suficiente cuerpo para constituir por ellos solos el espesor del muro y este tuviera necesidad de ejecutarse en dos hojas, se trabarán estas, colocando de trecho en trecho llaves o perpiños de mucha cola que atizonen todo el grueso. Si, por el contrario, los mampuestos fueran de mucho volumen, deberán partirse para conseguir la regularización de la fábrica.

Si el espesor del muro fuera muy grande y no pudiera atravesarse con una sola piedra, se colocarán dos o más alternadas que alcancen más de la mitad de su espesor y, en caso de que lo juzgue necesario la Dirección de Obra, se engatillarán por sus colas con hierros o abrazaderas metálicas especiales. En estos muros de gran espesor se dejarán asimismo mampuestos de resalto, de modo que formen llaves verticales que enlacen la hilada construida con la que se va a colocar encima.

Las mismas precauciones de buena trabazón anteriormente señaladas se aplicarán indispensablemente a la ejecución de ángulos y esquinas. A este fin, se emplearán en esta parte de las fábricas las piedras de mayor tamaño de que se disponga y cuya altura corresponda a la que tenga la hilada o el banco en ejecución. Estas piedras de ángulo tendrán ligeramente labradas las dos caras que hayan de formar los paramentos del muro, y su colocación se hará alternando las juntas laterales.

Las fábricas de mampostería estarán perfectamente aplomadas y con sus aristas verticales, debiéndose emplear en su construcción la menor cantidad posible de ripios.

La mampostería concertada de paramentos habrá de serlo por hiladas horizontales y con la piedra desbastada a pico grueso por todas sus caras. Las líneas de juntas verticales deberán ser alternadas y en ningún caso habrá, entre la junta de dos hiladas contiguas, una distancia inferior a veinte centímetros (20 cm). La superficie de la cara de paramentos habrá de ser de forma aproximadamente rectangular, siendo el espesor máximo admitido en las juntas de dos centímetros (2 cm).

Las juntas deberán estar sin falta de mortero y apretado para que el relleno sea completo en profundidad.

Los mampuestos se colocarán en su primera hilada sobre tortada de mortero de dos o tres centímetros (2 ó 3 cm) de espesor, y previa limpieza y riego del asiento, regándose también los mampuestos si fuera necesario. Se procederá primero a sentar los mampuestos de los dos paramentos, colocándose después los principales mampuestos de relleno a baño de mortero, bien ligados entre sí, acuñados con ripio, pero cuidando de la perfecta trabazón indicada en los párrafos anteriores. En los

muros de poco espesor se enrasarán todas las hiladas y se procurará guardar la horizontalidad perfectamente. En el aparejo no deben concurrir más de tres aristas de mampuestos en un solo vértice.

En la mampostería careada las piedras del paramento exterior se prepararán de tal modo que las caras visibles tengan forma poligonal que llene el hueco que dejen los mampuestos contiguos. Estos polígonos podrán ser o no regulares, pero queda prohibida la concurrencia de cuatro aristas de mampuestos en un mismo vértice.

La trabazón tendrá piedras de atizonado completo en un veinticinco por ciento (25%) del total de las piedras.

- Cubiertas

Las cubiertas deberán ejecutarse cumpliendo en todo momento las prescripciones establecidas en el apartado 2.4 del Documento Básico HS: Salubridad del Código Técnico de la Edificación (CTE).

- Paneles prefabricados de hormigón

El panel presentará sus aristas definidas y estará exento de fisuras y coqueas que puedan afectar a sus condiciones de funcionalidad.

Será capaz de resistir las solicitaciones derivadas de:

- Desmoldeo y levantamiento para transporte.
- Transporte.
- Izado y montaje en obra.

Para el izado de los paneles se utilizarán balancines, eslingas, cadenas, etc., comprobándose previamente que están en buen estado y que son adecuados para los trabajos a realizar. El fabricante indicará en su documentación técnica la forma más conveniente para la manipulación de los paneles de cerramiento.

Durante la manipulación de los paneles se tendrá especial cuidado de que no resulten dañados, queden marcas o se vean sometidos a tensiones superiores a las máximas admisibles. Especial atención se prestará en caso de viento, utilizando todos los puntos de izado existentes en las piezas.

Los paneles de cerramiento se almacenarán, preferentemente, verticalmente de forma que no estén en contacto directo entre ellos y se permita la libre circulación de aire para el secado.

Las disposiciones de apoyo serán compatibles con las posibilidades resistentes del panel y estarán concebidas de forma que se evite el alabeo.

El transporte se realizará de forma que los paneles permanezcan en una posición próxima a la vertical. Todos los paneles irán acuñaados con el fin de evitar golpes o movimientos bruscos que pudieran dañarlos.

El montaje de los paneles prefabricados de hormigón deberá realizarse conforme a lo establecido en Proyecto, y en particular con lo indicado en los planos y detalles de montaje.

El montaje se ejecutará de la siguiente manera:

- Traslado del panel a su zona de montaje
- Posicionamiento
- Nivelado y aplomado
- Anclaje mediante soldadura o atornillado

El sistema de sujeción de cada panel a la estructura del edificio deberá garantizar, una vez colocado éste, su estabilidad y su resistencia a las solicitaciones derivadas del viento y de las variaciones de temperatura (contracciones y dilataciones para un salto térmico de cincuenta grados centígrados (50° C).

Puesto que las deformaciones de la estructura del edificio debido a la puesta en carga, retracción, deformaciones térmicas o movimientos diferenciales pueden originar en los paneles estados tensionales importantes, no considerados en su dimensionamiento, si se encuentran rígidamente unidos a la estructura, los sistemas de sujeción permitirán un movimiento lateral y vertical relativo entre la estructura y el panel. Si esto no fuere posible, en el dimensionamiento de los paneles se tendrán en cuenta estos

posibles estados tensionales.

El sistema de sujeción de los paneles a la estructura del edificio deberá tener en cuenta las tolerancias admisibles en la ejecución del edificio, además de las propias del panel. Para cada sistema de sujeción el fabricante indicará las tolerancias que permite el mismo en relación con el aplomado entre el elemento de fijación más saliente y cualquier otro, y con la distancia entre planos horizontales de fijación.

No se admitirán sistemas de sujeción que fijen el panel a la estructura portante en tres o más niveles.

El sistema de sujeción deberá tener en cuenta la compatibilidad entre los distintos elementos metálicos con respecto al ataque electro-químico causado por el contacto entre metales diferentes. Todos los elementos metálicos deberán estar protegidos contra la corrosión.

El coeficiente de seguridad a rotura de los sistemas de sujeción será, como mínimo de siete (7).

### **1.4.3.- Control de Calidad**

- Generalidades

El control de calidad incluirá la revisión de la documentación de los suministros, incluida la correspondiente al marcado CE cuando sea pertinente y el control mediante distintivos de calidad.

- Forjado unidireccional

Las viguetas no deben presentar rebabas que sean indicio de pérdidas graves de lechada, ni más de tres coqueras en una zona de diez centímetros cuadrados (10 cm<sup>2</sup>) de superficie, ni coquera alguna que deje vistas las armaduras.

Tampoco presentarán superficies deslavadas o aristas descantilladas, señales de discontinuidad en el hormigón, o armaduras visibles.

Salvo autorización de la Dirección de Obra no se aceptarán forjados con fisuras ni alabeos de más de una décima de milímetro (0,1 mm) de ancho, o con fisuras de retracción de más de dos centímetros (2 cm) de longitud.

La contra-flecha bajo la acción del peso propio, medida en el forjado en condiciones normales de apoyo, no será superior al dos por mil (2‰) de la luz.

La Dirección de Obra podrá ordenar la comprobación de las características mecánicas y, en particular, del módulo de flecha, momentos de fisuración y rotura y esfuerzo cortante de rotura, sobre un cierto número de placas de forjado.

Se efectuará un ensayo de tipo destructivo por cada cincuenta (50) piezas fabricadas o fracción de un mismo lote, repitiéndose el ensayo con otras piezas si la primera no hubiese alcanzado las características exigidas y rechazándose el lote completo si alguno de los ensayos posteriores es negativo. Las piezas utilizadas en estos ensayos y el coste de los mismos serán por cuenta del Adjudicatario.

- Forjado reticular

Se admitirán las siguientes tolerancias:

- La separación entre los ejes de los nervios del forjado será menor a tres (3) centímetros por exceso y menor a un (1) centímetro por defecto
- La desviación de la alineación recta tendrá una tolerancia no superior a cinco milímetros por metro (5 mm /m).
- El ancho de los nervios también respetará estos requisitos, será menor a tres (3) centímetros por exceso y menor a un (1) centímetro por defecto
- El ancho de los nervios también respetará estos requisitos, será menor a tres centímetros (3 cm) por exceso y a un centímetro (1 cm) por defecto.
- La planeidad de acabado después que ha endurecido el hormigón, en un lapso dentro de setenta y dos horas después del vertido de hormigón, será:
  - oMaestreado con regla: ±8 mm.
  - oLlaneado mecánico (tipo helicóptero): ±12 mm.

Debe controlarse la resistencia de dos cubas (amasadas) para cada cien metros cúbicos ( $100 \text{ m}^3$ ) o para cada mil metros cuadrados ( $1.000 \text{ m}^2$ ) de superficie del forjado.

- Forjados de placas alveoladas prefabricadas

Para el control de calidad de los forjados de placas alveoladas prefabricadas se seguirán las prescripciones establecidas al respecto en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

- Fábrica de ladrillos

Las características de los ladrillos se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, previa autorización de la Dirección de Obra.

Por cada  $500 \text{ m}^2$  de fábrica o fracción:

- Comprobación dimensional y de forma según UNE 67030
- Eflorescencia, si procede, según UNE 67029
- Heladicidad, si procede, según UNE 67028
- Absorción de agua según UNE 67027
- Succión según UNE-EN 772-11
- Resistencia a compresión según UNE-EN 772-1

Para el control de la ejecución se seguirá el artículo 8 del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico: Seguridad Estructural-Fábrica.

- Fábrica de bloques

Para el control de la ejecución se seguirá el artículo 8 del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico: Seguridad Estructural-Fábrica.

- Mampostería

Las tolerancias de desvío en las caras de asiento respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de quince milímetros ( $15 \text{ mm}$ ).

- Cubiertas

Para el control de calidad de la recepción de los materiales y de la ejecución de las cubiertas se seguirán las prescripciones establecidas en el Código Técnico de la Edificación.

#### Tolerancias

Se verificará que no haya irregularidades ni que se hayan formado burbujas en la superficie impermeabilizada: tolerancia: menor o igual a cinco ( $5$ ) milímetros.

La prueba que se expone a continuación está destinada a comprobar el funcionamiento de la solución impermeabilizante dispuesta en una cubierta plana. El ensayo considerado como prueba de servicio, se fundamenta en la detección de posibles humedades cuando la cubierta se inunda durante un determinado período de tiempo.

Una vez terminado el sistema de impermeabilización se procede a efectuar la obstrucción de los desagües. Los puntos de desagüe tienen que estar conectados a la red o canalizados a un punto de evacuación suficiente y que no presente ningún tipo de riesgo de inundación de paredes sensibles de la obra.

Acto seguido se llena la cubierta con agua hasta llegar a un nivel de cinco centímetros ( $5 \text{ cm}$ ), aproximadamente, por debajo del punto más alto, del encuentro más bajo, de la impermeabilización con paramentos.

Se mantiene la inundación y el nivel indicado durante veinticuatro horas, como mínimo.

Pasado dicho periodo se procede a un minucioso examen de la parte inferior del forjado donde está situada la cubierta, para observar la posible presencia de puntos de filtración o pérdida de agua. Hay que fijarse especialmente en puntos singulares como desagües, encuentro con muros, pilares, juntas, etc.

Una vez efectuada la inspección se procederá a vaciar la zona inundada.



En cubiertas en las que no sea posible la inundación, se procede a la aplicación de un riego continuo, en la superficie, en un espacio de tiempo no inferior a las cuarenta y ocho horas.

- Paneles prefabricados de hormigón

#### Control de la fabricación y de la ejecución

El Adjudicatario deberá presentar los certificados de control de calidad de las materias primas y del producto terminado.

Durante la fabricación se llevará un control sistemático de la consistencia del hormigón utilizado y de la resistencia del hormigón a compresión con el fin de comprobar la homogeneidad de las masas.

Se realizará también un control de los moldes de forma que las piezas fabricadas coincidan, dentro de las tolerancias previstas, con las teóricas proyectadas.

Los ensayos y verificaciones a que podrán ser sometidos los paneles de hormigón con el fin de comprobar las características exigidas son:

- Comprobación de aspecto
- Comprobación geométrica
- Elementos de fijación
- Resistencia de juntas

Los métodos de ensayo y comprobación de las características anteriores se realizarán según lo especificado en las "Recomendaciones Internacionales unificadas para el cálculo y la ejecución de las estructuras formadas por la unión de paneles de gran tamaño".

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones exigidas, su recepción podrá realizarse comprobando únicamente sus características aparentes.

Queda, en todo caso, a criterio de la Dirección de Obra la clasificación del material en lotes de control y la decisión sobre los ensayos de recepción a realizar.

#### Tolerancias

Las tolerancias admisibles respecto a la longitud y altura nominales, así como la desviación de la planeidad, serán las que figuran en el siguiente cuadro:

<b>Altura o longitud</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>	<b>Desv. Plan. (mm)</b>
Hasta 2	+0 / -3	6
De 2 a 3	+0 / -6	8
De 3 a 4,5	+0 / -9	10
De 4,5 a 6	+0 / -12	12
Por cada 6 m adicionales	+0 / -6	

Tolerancias admisibles

La tolerancia respecto del espesor nominal total será de cinco milímetros en más o en menos ( $\pm 5$  mm).

Las tolerancias en la escuadra, medida como la desviación respecto de la escuadra del lado menor que confluye en la arista, se ajustarán a los valores siguientes:

<b>Longitud del lado menor (m)</b>	<b>Tolerancia escuadra (mm)</b>
Menor o igual que 1	3
Entre 1 y 2	5
Mayor que 2	6

Tolerancias admisibles en la escuadra

Las tolerancias de alabeo, medido como la mayor distancia que puede separar una arista del plano definido por las otras tres, se ajustarán a los valores siguientes:

Longitud del lado mayor (m)	Tolerancia alabeo (mm)
Menor o igual que 3	6
Entre 3 y 6	9
Mayor que 6	12

Tolerancias admisibles de alabeo

#### 1.4.4.- Medición y abono

Los forjados se medirán por metros cuadrados ( $m^2$ ) de superficie vista de forjado, por su cara superior y se abonarán, en función del tipo y de su canto, al precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios nº 1.

En el precio se considera incluido el suministro y puesta en obra, así como todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad.

Las fábricas de ladrillo se medirán, o por metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente colocados, medidos sobre los planos de Proyecto o por metros cúbicos ( $m^3$ ) realmente ejecutados, dependiendo si en la descripción de la unidad se incluye o no el espesor de la fábrica.

Los precios de abono serán en cada caso el que corresponda, en función del tipo de ladrillo, de los comprendidos en el Cuadro de precios nº1.

En los precios se considera incluido el suministro, la puesta en obra y todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de estas unidades de obra. Se incluyen también todas las piezas especiales necesarias para ejecutar, remates, huecos, zunchos de arriostamiento, vierteaguas, piezas en esquina, etc., así como los materiales necesarios para colocarlas y ejecutarlas correctamente.

Las fábricas de bloques de hormigón se medirán por metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente ejecutados, medidos sobre los planos de Proyecto y se abonarán, en función del tipo de bloque y de las dimensiones, al precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

En los precios se incluye el suministro, la puesta en obra y cuantos medios materiales, auxiliares, operaciones y piezas especiales sean necesarios para la correcta ejecución de la obra.

La mampostería se medirá por metros cúbicos ( $m^3$ ) realmente colocados y se abonará al precio que corresponda, en función del tipo y del material, de los comprendidos en el Cuadro de Precios nº1.

En el precio de la unidad se incluye el suministro del material, así como el replanteo, la nivelación, la preparación de las piedras, el aplomado, las mermas y la limpieza, y cuantos medios auxiliares y operaciones sean necesarios para la correcta ejecución.

Las cubiertas y los materiales empleados para su impermeabilización se medirán por metros cuadrados ( $m^2$ ) de superficie ejecutada y se abonarán al precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

Los paneles prefabricados de hormigón se medirán por metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente colocados y se abonarán en función del acabado del panel, aplicando el precio que corresponda de los comprendidos en el Cuadro de precios nº1.

### 1.5.- FÁBRICAS Y CERRAMIENTOS

#### 1.5.1.- Paneles prefabricados de hormigón

Los paneles de hormigón son elementos prefabricados de hormigón utilizados en el cerramiento de fachadas de edificios, sin que formen parte de la estructura resistente.

El hormigón y sus elementos constitutivos cumplirán las especificaciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Además se tendrán en cuenta las "Recomendaciones Internacionales unificadas para el cálculo y la ejecución de las estructuras formadas por la unión de paneles de gran tamaño" del Comité Europeo del Hormigón (CEB).

Los paneles serán tipo "sándwich", formados por dos planchas de hormigón de cinco centímetros (5 cm) de espesor, con rigidizadores interiores y capa interior de poliestireno de diez centímetros (10 cm)

de espesor.

El tamaño máximo admisible del árido será de veinte milímetros (20 mm).

Las características del hormigón que se utilice en la fabricación de los paneles de cerramiento serán definidas por el fabricante para que el producto cumpla con las condiciones de calidad y características declaradas por aquel.

La resistencia característica del hormigón de los paneles de cerramiento a los veintiocho días no será inferior a doscientos kilopondios por centímetro cuadrado (200 kp/cm<sup>2</sup>) para el hormigón en masa o armado y ciento cincuenta kilopondios por centímetro cuadrado (150 kp/cm<sup>2</sup>) para morteros reforzados con fibras sintéticas.

La resistencia al fuego mínima de los paneles de cerramiento vendrá determinada por lo especificado al respecto en la UNE-EN 1363-2: “Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales”.

En la documentación del fabricante deberá venir especificado el coeficiente de dilatación térmica, el de hinchamiento y la resistencia térmica del panel, así como el tipo de acabado exterior, o revestimiento del mismo.

### **1.5.2.- Bloques**

#### **1.5.2.1.- Materiales**

Bloques de hormigón y morteros de cemento: Cumplirán lo establecido en el apartado correspondiente de este Pliego.

Hormigón: El hormigón empleado en el relleno de bloques tendrá un tamaño máximo del árido inferior a 25 mm y una resistencia a compresión igual a la del bloque.

Acero: Las armaduras cumplirán lo especificado en el apartado correspondiente de este Pliego.

#### **1.5.2.2.- Ejecución**

La fábrica se aparejará a saga, siempre que la anchura de las piezas corresponda a la del muro, con bloques cuya vida mínima sea de tres meses.

Los bloques se colocarán secos, humedeciendo únicamente la superficie en contacto con el mortero.

Las hiladas serán perfectamente horizontales y aplomadas, cubriendo cada bloque a los de la hilada inferior como mínimo 12,5 cm y ajustándose cuando el mortero este todavía fresco.

El recibido de bloques no se efectuará con juntas menores de 10 mm o mayores de 15 mm.

Las partes de la fábrica recientemente construidas se protegerán de las inclemencias del tiempo (lluvias, heladas, calor y fuertes vientos).

La consistencia del mortero, según Cono de Abrams estará comprendida entre 15 y 19 cm; con dosificación 1:6, 1:1:7 (M-40).

#### **1.5.2.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

Se aceptarán los materiales una vez realizados los ensayos de control de recepción especificados en los diferentes apartados de este Pliego con el cumplimiento de las características técnicas en ellos exigidas.

Ejecución

Los criterios dimensionales de aceptación serán los siguientes:

No se admitirán errores de replanteo entre ejes parciales mayores a  $\pm 10$  mm y entre ejes extremos mayores a  $\pm 20$  mm.

No se admitirán faltas de morteros mayores de 10 mm si no va revestido ni de 30 mm si es para revestir.

No se admitirá un desplome superior a 10 mm en una variación de 3 m o superior a 30 mm en toda la altura.

Los materiales o unidades que no cumplan lo especificado, deberán ser retirados de la obra o, en

su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

### **1.5.3.- Cerámicas**

#### **1.5.3.1.- Materiales**

Ladrillos, morteros de cemento y cales cumplirán lo establecido en el apartado correspondiente de este Pliego.

#### **1.5.3.2.- Ejecución**

Se cumplirá lo establecido en la CTE-MV-201-1972 "Muros resistentes de fábrica de ladrillo" en el Cap. VI "Condiciones de ejecución".

Tras el replanteo de las fábricas a realizar, las dimensiones estarán dentro de las tolerancias admitidas en dicho capítulo.

Los ladrillos estarán húmedos en el momento de su puesta en la ejecución de la fábrica.

Los ladrillos se colocarán según el aparejo que determine el Proyecto, siempre a restregón y sin moverlos después de efectuada la operación.

Las juntas quedarán totalmente llenas de mortero.

Las fábricas se levantarán por hiladas horizontales, salvo cuando dos partes hayan de levantarse en épocas distintas, en cuyo caso la primera se dejará escalonada.

Las fábricas recientemente ejecutadas se protegerán de la lluvia con material impermeable. En caso de producirse heladas se revisarán las partes más recientes y se demolerán si están dañadas, no realizándose partes nuevas si continua helando en ese momento. En caso de fuerte calor o sequedad, se mantendrá húmeda la fábrica a fin de evitar una rápida y perjudicial desecación del agua del mortero.

Los encuentros de esquinas o con otros muros se harán mediante enjarjes en todo su espesor y en todas las hiladas. El cerramiento quedará plano y aplomado, y tendrá una composición uniforme en toda su altura.

Deberá dejarse una holgura de dos centímetros (2 cm) entre la hilada superior y el forjado o arriostramiento horizontal, que se rellenará de mortero veinticuatro horas (24 h) después.

Las barreras antihumedad cumplirán la CTE-MV-301-1970. Se colocarán sobre superficie limpia y lisa de forma continua, con solapes mínimos de siete centímetros (7cm).

Las barreras en arranque sobre cimentación se colocarán al menos una hilada por debajo del primer elemento estructural horizontal y a una altura mínima sobre el nivel del terreno de treinta centímetros (30 cm).

Las barreras en cámara se adaptarán a la pendiente formada con el mortero, dejando sin rellenar una llaga cada metro y medio (1,5 m) en la primera hilada apoyada sobre la lámina.

#### **1.5.3.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

El control de recepción de los materiales, se realizará de acuerdo con lo establecido en los apartados correspondientes de este Pliego y su aceptación conllevará el cumplimiento de las características técnicas en ellos exigidas.

##### **Ejecución**

Las desviaciones admisibles serán las siguientes:

En el replanteo, variaciones inferiores  $\pm 10$  mm. entre ejes parciales o  $\pm 30$  mm entre ejes.

No se admitirán desplomes con variaciones superiores a  $\pm 10$  mm por planta y a  $\pm 30$  mm en la altura total.

En altura no se admitirán variaciones superiores a  $\pm 15$  mm en las parciales y a  $\pm 25$  mm en las totales.

La planeidad medida con regla de 2 m no presentará variaciones superiores a  $\pm 10$  mm en paramentos para revestir y a  $\pm 5$  mm en paramentos sin revestimiento.

Los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado, deberán ser retirados de la obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

#### **1.5.4.- Mampostería de piedra**

##### **1.5.4.1.- Materiales**

En general se empleará el mortero de dosificación 250 kg/m<sup>3</sup> de cemento descrito en el apartado correspondiente de este Pliego.

Los mampuestos cumplirán lo especificado en el apartado correspondiente de este Pliego.

La forma de las piedras y dimensiones satisfarán las exigencias previstas para la fábrica, tanto en su aspecto como estructuralmente.

Se eliminarán todas las partes delgadas o débiles de las piedras, así como cualquier irregularidad que impida la buena adherencia entre la piedra y el mortero (cuando el tipo de fábrica lo tenga).

Las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón mas veinticinco centímetros (25 cm).

##### **1.5.4.2.- Ejecución**

Las fábricas de mampostería se ejecutarán con la mayor trabazón posible, evitándose que queden divididas en hojas en el sentido del espesor.

Si los mampuestos no tuvieran el suficiente cuerpo para constituir por ellos solos el espesor del muro y este tuviera necesidad de ejecutarse en dos hojas, se trabarán estas, colocando de trecho en trecho llaves o perpiños de mucha cola que atizonen todo el grueso. Si, por el contrario, los mampuestos fueran de mucho volumen, deberán partirse para conseguir la regularización de la fábrica.

Si el espesor del muro fuera muy grande y no pudiera atravesarse con una sola piedra, se colocarán dos o mas alternadas que alcancen mas de la mitad de su espesor y, en caso de que lo juzgue necesario el Director se engatillarán por sus colas con hierros o abrazaderas metálicas especiales. En estos muros de gran espesor se dejarán asimismo mampuestos de resalto, de modo que formen llaves verticales que enlacen la hilada construida con la que se va a colocar encima.

Las mismas precauciones de buena trabazón anteriormente señaladas se aplicarán indispensablemente a la ejecución de ángulos y esquinas. A este fin, se emplearán en está parte de las fábricas las piedras de mayor tamaño de que se disponga y cuya altura corresponda a la que tenga la hilada o el banco en ejecución. Estas piedras de ángulo tendrán ligeramente labradas las dos caras que hayan de formar los paramentos del muro, y su colocación se hará alternando las juntas laterales.

Las fábricas de mampostería estarán perfectamente aplomadas y con sus aristas verticales, debiéndose emplear en su construcción la menor cantidad posible de ripios.

La mampostería concertada de paramentos habrá de serlo por hiladas horizontales y con la piedra desbastada a pico grueso por todas sus caras. Las líneas de juntas verticales deberán ser alternadas y en ningún caso habrá, entre la junta de dos hiladas contiguas, una distancia inferior a veinte centímetros (20 cm). La superficie de la cara de paramentos habrá de ser de forma aproximadamente rectangular, siendo el espesor máximo admitido en las juntas de dos centímetros (2 cm).

Las juntas deberán estar sin falta de mortero y apretado para que el relleno sea completo en profundidad.

Los mampuestos se colocarán en su primera hilada sobre tortada de mortero de 2 ó 3 cm de espesor, y previa limpieza y riego del asiento, regándose también los mampuestos si fuera necesario. Se procederá primero a sentar los mampuestos de los dos paramentos, colocándose después los principales mampuestos de relleno a baño de mortero, bien ligados entre sí, acunados con ripio, pero cuidando de la perfecta trabazón indicada en los párrafos anteriores. En los muros de poco espesor se enrasarán todas las hiladas y se procurará guardar la horizontalidad perfectamente. En el aparejo no deben concurrir mas de 3 aristas de mampuestos en un solo vértice.

En la mampostería careada las piedras del paramento exterior se prepararán de tal modo que las caras visibles tengan forma poligonal que llene el hueco que dejen los mampuestos contiguos. Estos polígonos podrán ser o no regulares, pero queda prohibida la concurrencia de cuatro aristas de mampuestos en un mismo vértice.

La mampostería en seco deberá construirse con piedra arreglada con martillo para conseguir un buen encaje de los mampuestos entre sí. Se excluirán piedras de forma redonda. Las piedras se colocarán en obra de modo que se obtenga una fábrica compacta; y en los paramentos se colocarán las piedras de mayores dimensiones. Se podrán utilizar ripios para rellenar los huecos en el interior de la fábrica, pero no en los paramentos vistos.

La trabazón tendrá piedras de atizonado completo en un 25% del total de las piedras.

#### **1.5.4.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

- Materiales

Se aceptarán los materiales (piedras, morteros...) una vez realizados los ensayos del control de recepción especificados en los diferentes apartados de este Pliego con el cumplimiento de las características técnicas en ellos exigidos.

- Ejecución

Los criterios dimensionales serán los siguientes:

No se admitirá variación entre salientes de mampuestos superior a 5 cm en una variación en el aplomado mayor de 3 cm.

No se admitirán desviaciones superiores a 5 cm en el replanteo.

El espesor del muro no tendrá desviaciones superiores a  $\pm 2$  cm.

Los materiales o unidades que no cumplan lo especificado deberán ser retirados de la obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

#### **1.5.5.- Sillería**

##### **1.5.5.1.- Materiales**

El mortero a utilizar será de dosificación 250 kg/m<sup>3</sup> de cemento, según se especifica en el apartado correspondiente de este Pliego, salvo orden contraria de la Dirección de Obra.

La piedra de los sillares cumplirá el apartado correspondiente de este Pliego.

Los planos de despiece indicarán las dimensiones de los sillares y el tipo de labra. Esta será fina y esmerada, con aristas vivas y repasadas a cincel en toda su longitud. Las superficies de lechos y sobrelechos presentarán en toda su extensión una perfecta planeidad, y las de las juntas en una profundidad de quince centímetros (15 cm) como mínimo.

##### **1.5.5.2.- Ejecución**

Las piezas se desbastarán con martillo y puctero en la cantera de donde se extraigan, dejando creces de dos a tres centímetros (2-3 cm) en cada cara.

Se labrarán paramentos y juntas, estas en una extensión mínima de quince centímetros, una vez que los sillares están a pie de obra.

Se comprobará el buen asiento de los sillares, sin mortero y sin cuñas que no sean provisionales para la colocación.

Previamente a la colocación definitiva se mojarán los sillares. Si estos se van a colocar sobre una fábrica que no sea de sillería, deberá realizarse una capa intermedia de mortero con un espesor máximo de dos centímetros.

El espesor máximo de las juntas será de seis milímetros (6 mm).

Los sillares se situarán con cordel y plomada, en baño de mortero; y serán acuñados y asentados dos (2) o tres (3) veces, si es preciso, hasta que el mortero refluya por todas partes. Seguidamente se retirarán las eventuales cuñas. Las hiladas quedarán perfectamente a nivel.

Los resaltos y molduras serán protegidos de posibles desperfectos.

En las coronaciones de los muros los sillares irán sujetos por anclajes de bronce empotrados con plomo en agujeros cuidadosamente preparados. Los dinteles suspendidos irán provistos igualmente de ganchos de hierro, retacados con plomo, y preparados para su anclaje en el hormigón, cuando este

constituya la estructura resistente del vano.

### **1.5.5.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

- **Materiales**

Se aceptarán los materiales (piedras, morteros...) una vez realizados los ensayos del control de recepción especificados en los diferentes apartados de este Pliego con el cumplimiento de las características técnicas en ellos exigidos.

- **Ejecución**

Los criterios dimensionales serán los siguientes:

No se admitirá variación entre salientes de sillares superior a 5 cm ni una variación en el aplomado mayor de 3 cm en 3 m.

No se admitirán desviaciones superiores a 5 cm en el replanteo.

El espesor del muro no tendrá desviaciones superiores a  $\pm 2$  cm.

Los materiales o unidades que no cumplan lo especificado deberán ser retirados de la obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

### **1.5.6.- Vidrio**

Se definen como fábricas de vidrio aquellas formadas por paneles planos de fachada formadas por baldosas de vidrio con nervios de mortero armado.

#### **1.5.6.1.- Materiales**

Se entiende por baldosas de vidrio aquellas piezas de vidrio obtenidas por prensado cuyas características permiten su utilización en fábricas verticales u horizontales.

La densidad del vidrio no será inferior a 2.4 t/m<sup>3</sup>.

Su módulo de elasticidad será de 7.300 kg/ m<sup>2</sup> y su carga a la rotura deberá superar los 200 kg/cm<sup>2</sup> a la tracción y los 2000 kg/cm<sup>2</sup> a la compresión.

La transmitancia luminosa será del 90%.

En el caso de ser utilizado para construir hormigón traslúcido para superficies transitables, las baldosas presentarán dibujo antideslizante en su cara pisable y cavidad en la cara opuesta, superficie lateral que asegure su adherencia al hormigón.

El mortero será un mortero de cemento P-350 en proporción 1:3 hecho con arena de río limpia y con aditivo hidrófugo no acelerante.

El relleno elástico será un compuesto de fibra de vidrio asociado a asfalto o brea de alto punto de fusión, viscosidad elevada a altas temperaturas, reducido coeficiente de dilatación, plasticidad a bajas temperaturas, inalterables frente agentes atmosféricos y de buena adherencia al hormigón.

La lámina de protección será un cartón asfáltico de 3 mm de espesor.

El material de sellado será imputrescible e impermeable, compatible con el vidrio y el relleno elástico.

Todos los materiales serán inalterables a temperaturas comprendidas entre - 10° y + 80°C. Estas características no variarán esencialmente en un período inferior a 10 años desde su aplicación.

Las armaduras cumplirán lo establecido en el apartado correspondiente de este Pliego.

#### **1.5.6.2.- Ejecución**

El Cartón asfáltico se colocará en el apoyo inferior Antes de comenzar la ejecución del panel y en las superficies laterales, simultáneamente con la construcción de éste.

La anchura vista de los nervios centrales será de 10 mm y la de los perimetrales 20 mm.

Antes de rellenar las juntas entre baldosas se colocarán cuñas de madera entre cada dos hiladas, que se retirarán una vez endurecido el mortero.

Las armaduras en ningún caso entrarán en contacto con el vidrio ni quedarán vistas.

Se repasarán las juntas una vez terminado el panel con pasta de cemento compuesto por dos partes de cemento y una de arena.

Estarán formadas por paneles con altura máxima de cuatro metros (4 m) y longitud no superior a cinco metros.

El panel quedará fijado al menos en sus dos lados horizontales por elementos que resistan su peso y las acciones de viento que este sufra.

Las carpinterías practicables irán provistas de tacos de goma que amortigüen los golpes que puedan producir las hojas.

Las juntas de dilatación se materializarán mediante relleno elástico que cumpla las especificaciones que requiere la CTE, rodeando un redondo de diámetro 8 mm de acero B-500-S, colocado a lo largo de la propia junta. Las armaduras transversales se solaparán al menos 3 cm y se sujetarán mediante alambre. Una vez finalizada la junta se colocará un sellado que cumpla las especificaciones que para tal material aparecen en la CTE, apartado FFV-3.

### **1.5.6.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

- Materiales

El Contratista controlará la calidad a la recepción de los diferentes materiales (baldosas de vidrio, relleno elástico,...), comprobando sus características aparentes en función del certificado de origen industrial que se exigirá, que acredite las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la Norma CTE-FFV (Fábrica vidrio).

El Director de Obra podrá ordenar con cargo al Contratista, por cada partida de vidrio moldeado, un ensayo para determinar la densidad y las características mecánicas del vidrio.

- Ejecución

Los criterios dimensionales serán los siguientes:

No se admitirá un desplome superior a 1/500 de la altura del panel.

La planeidad del panel será tal que medida en todas las direcciones con regla de 2 m no presente variaciones superiores a 4 mm entre las juntas más salientes.

Los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

- Medición y abono

Los paneles se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) totalmente ejecutados, comprendidos entre los elementos de sustentación.

Se considera incluido en el precio el suministro, la preparación y colocación de armaduras, baldosas de vidrio, relleno elástico, sellado, cartón asfáltico, juntas de dilatación, mortero, reparado de juntas y mano de obra necesarias.

### **1.5.7.- Vidrieras**

#### **1.5.7.1.- Condiciones generales**

Se trata del acristalamiento de huecos de forma rectangular en exteriores o interiores.

Los materiales vítreos no sufrirán contracciones, dilataciones ni deformaciones debidas a una defectuosa colocación en obra.

Se evitarán los contactos vidrio-vidrio, vidrio-metal y vidrio-hormigón.

Los materiales vítreos tendrán una colocación tal que resistan los esfuerzos a que están sometidos normalmente sin perder dicha colocación.

Los bastidores fijos o practicables soportarán sin deformarse el peso del vidrio al que están sometidos y no sufrirán deformaciones permanentes debidas a acciones variables como viento, limpieza, etc.

El acristalamiento aislante térmico formado por dos o mas vidrios planos paralelos unidos entre si



por un espaciador perimetral que encierra en su interior una cámara de aire deshidratada o gases pesados, poseer un punto de rocío en el interior de la cámara inferior a  $-58^{\circ}\text{C}$  según Norma UNE 43752-85.

Los vidrios, en obra, se almacenarán verticalmente en lugares debidamente protegidos, de manera ordenada y libres de cualquier material ajeno a ellos. Una vez colocados, se señalarán de forma que sean claramente visibles en toda su superficie.

La manipulación del vidrio se efectuará siempre manteniéndolo en posición vertical, utilizando guantes o manoplas que protejan hasta las muñecas y, en caso de vidrios de grandes dimensiones, con la ayuda de ventosas.

Hasta su recibido definitivo, se asegurará la estabilidad de los vidrios con medios auxiliares.

Los fragmentos de los vidrios procedentes de recortes o roturas, se recogerán lo Antes posible en recipientes destinados a este fin y se transportarán a vertedero reduciendo al mínimo su manipulación.

En el caso de utilización de masilla, ésta se extenderá en el perímetro de la carpintería o hueco, Antes de la colocación del vidrio. Finalizado el acristalamiento se enrasará todo el perímetro.

Se cuidará especialmente que no existan discontinuidades en la masilla, agrietamiento, o falta de adherencia a los elementos del acristalamiento.

En caso de utilización de calzos, o perfil continuo, de caucho, éste, o aquellos, se sitúan en el perímetro de la hoja de vidrio Antes del acristalamiento.

Criterios de aceptación y rechazo

Los materiales cumplirán las condiciones establecidas en este Pliego con las siguientes tolerancias dimensionales:

Desviaciones máximas de la altura y anchura de la nominal, de  $\pm 2$  mm para dimensiones de hasta 2 m y de  $\pm 3$  mm para superiores.

Para vidrios con espesores inferiores a 5 mm, la tolerancia sobre el espesor del acristalamiento será de  $\pm 1$  mm. Si los vidrios son superiores a 5 mm de espesor, la tolerancia será de  $\pm 1,5$  mm.

La planeidad del acristalamiento no tendrá una flecha mayor de  $2L/1.000$  para superficies menores de  $0,5\text{ mm}^2$ , ni mayor de  $3l/1.000$  para superficies superiores.

Puertas de vidrio

Materiales, ejecución, criterios de aceptación y rechazo cumplirán lo establecido en la Norma CTE-PPV (Puertas de vidrio).

#### **1.5.7.2.- Medición y abono**

Los acristalamientos se medirán y abonarán por metros cuadrados ( $\text{m}^2$ ) realmente colocados, medidos en obra, según tipo de vidrio empleado y espesor del mismo.

Se consideran incluidos en los precios, el suministro, transporte, calzos, perfil continuo, masilla, cortes, medios auxiliares y personal necesario para su perfecto acabado.

#### **1.5.8.- Lucernarios**

##### **1.5.8.1.- Claraboyas**

- Materiales

Las claraboyas son elementos prefabricados, de cerramiento de huecos, para la iluminación de locales, en cubiertas planas de pendiente no superior al 10%

La cúpula y el zócalo serán de material sintético termoestable, impermeable e inalterable a los agentes atmosféricos, según CTE-QLC (Lucernarios claraboyas).

La superficie interior del zócalo tanto en las cúpulas fijas como en las practicables, será lisa, clara y brillante para facilitar, la reflexión de la luz.

En las cúpulas fijas, el sistema de fijación al zócalo llevará interpuesta una arandela de goma de 5 mm de espesor mínimo y será estanco a la lluvia.

En las cúpulas practicables, tendrán un cerco rígido solidario a la cúpula con burlete de goma para cierre hermético con el zócalo.

El sistema de fijación de la cúpula al cerco llevará interpuesta una arandela de goma de 5 mm de espesor mínimo y será estanco a la lluvia.

Estas cúpulas tendrán un dispositivo de apertura accionable desde el interior del local que permitirá graduar la apertura de la claraboya y dejarla fija en la posición deseada.

La transparencia nominal de todas las cúpulas será T-90%.

Las baldosas de vidrio para lucernarios, con una transmitancia luminosa del 90 por 100, no serán deslizantes y tendrán una buena adherencia al hormigón.

El resto de los materiales cumplirán los artículos correspondientes de este Pliego.

- Ejecución

Las claraboyas, que se colocarán en cubiertas de pendiente no superior al 10 por 100, se unirán con junta de goma a un zócalo elevado quince centímetros sobre la cubierta e impermeabilizado con lámina autoprotégida solapada a la de cubierta treinta centímetros.

Los lucernarios de hormigón translúcido llevarán una lámina bituminosa entre la placa y los apoyos. Se colocarán las baldosas separadas cinco centímetros (5 cm) sobre una superficie plana, atando la armadura en los cruces y poniendo doble armadura en los apoyos. El hormigón será al menos del tipo HM-17.5. Las juntas perimetrales se rellenarán con mastic rematado con material de sellado impudible e impermeable. Las juntas entre placas se realizarán con plancha de plomo.

En la cara exterior de los zócalos se colocará hasta la pestaña superior una membrana impermeabilizante con lámina de superficie autoprotégida. Dicha membrana cubrirá los clavos de fijación del zócalo y solapará 30 cm sobre la impermeabilización de las cubiertas.

Los trabajos se suspenderán cuando exista lluvia, nieve o viento superior a 50 km/h; en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

Se taparán con tablas todos los huecos de cubierta donde no se hayan colocado aún las claraboyas.

- Control y criterios de aceptación y rechazo

Las claraboyas se ajustarán a lo especificado en la Norma CTE-QLC.

Todo el material debe llegar a obra con el Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones anteriormente mencionadas, así como de las normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. La recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

- Medición y abono

La medición y abono se hará por unidades totalmente terminadas incluso el remate de impermeabilización.

### 1.5.8.2.- Hormigón translúcido

- Materiales

Son lucernarios formados por placas de hormigón translúcido constituido por baldosas de vidrio y nervios de hormigón armado o dispuestos entre las mismas, según un retículo ortogonal y capaces de soportar sobrecargas no superiores a 600 Kg/m<sup>2</sup>, con pendiente máxima de 15%.

- Ejecución

Para la formación de placas la separación entre baldosas será de 5 cm.

Se verterá primeramente una capa de hormigón de 1 cm de espesor cuando las baldosas tengan 5 cm de espesor y de 2 cm cuando las baldosas sean de 8 cm. Una vez colocada esta primera capa de hormigón se colocarán las armaduras, para después colocar el resto del hormigón hasta completar un canto igual al espesor de las baldosas. La compactación se hará mediante picado.

En los apoyos se colocará una lámina bituminosa de 0,3 cm de espesor Antes de comenzar la ejecución de la placa.

Las juntas se rellenarán con un mástico de aplicación en caliente, con base de alquitrán y fibra de vidrio, colocando sobre éste un sellado imputrescible e impermeable compatible con el vidrio y el mástico.

Las juntas entre placas se materializarán mediante plancha de plomo de 2,5 mm de espesor que se colocará en el momento del hormigonado de las placas. Los solapes entre planchas serán de 10 mm. Se colocarán asimismo el mástico y sellado señalados anteriormente.

La manipulación de las baldosas se efectuará utilizando guantes o manoplas que protejan hasta las muñecas.

Los trabajos se suspenderán cuando exista lluvia, nieve o viento superior a 50 km/h; en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

Se colocarán barandillas de 0,90 m de altura, en todos los bordes del forjado de cubierta y se taparán con tablas todos los huecos dejados en el mismo.

Los apeos no deberán aflojarse Antes de siete (7) días desde el término del hormigonado, ni suprimirse hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia prevista, pero nunca Antes de los 21 días.

- Medición y abono

La medición y el abono de las placas se hará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre planos y en los que se consideran incluidos los materiales, vidrio, acero, hormigón, lámina bituminosa, mástico, juntas, sellado, etc., y el encofrado y apuntalamiento necesario.

## **1.6.- CARPINTERÍAS**

### **1.6.1.- Acero**

#### **1.6.1.1.- Materiales**

Podrán ser perfiles laminados en caliente de eje rectilíneo sin alabeos ni rebabas, o perfiles conformados en frío, de fleje de acero galvanizado, doble agrafado, de espesor mínimo cero con ocho milímetros, resistencia a rotura no menor de treinta y cinco kilogramos por milímetro cuadrado y límite elástico no menor de veinticuatro kilogramos por milímetro cuadrado.

A efectos de permeabilidad al aire deberán clasificarse como A2 en caso de utilizarse como ventana simple según el ensayo descrito en la Norma UNE-85214-80.

A efectos de estanqueidad al agua la clasificación mínima necesaria será de E2, según la Norma UNE 85206-81.

Su resistencia al viento será V1, según UNE 85204-79.

Los junquillos serán de fleje de acero galvanizado, conformado en frío, de cero con cinco milímetros de espesor.

#### **1.6.1.2.- Ejecución**

Los perfiles se soldarán en todo su perímetro de contacto, con ejes coplanarios formando ángulos rectos.

Si se trata de perfiles laminados, estos estarán protegidos con imprimación anticorrosiva de al menos quince micras de espesor.

#### **1.6.1.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

El control de los materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en los apartados correspondientes de este Pliego.

Los criterios de aceptación y rechazo de la ejecución, se basará en los aspectos de aplomado, enrasado, recibido de patillas, fijación a la peana y fijación a la caja de persiana.

### **1.6.2.- Hormigón**

Materiales, ejecución, criterios de aceptación y rechazo, cumplirán lo establecido en la Norma CTE-FCH (Carpinterías hormigón).

### **1.6.3.- Acero inoxidable**

#### **1.6.3.1.- Materiales**

Se emplearán perfiles obtenidos por plegado mecánico de chapas de acero inoxidable de tipo F-314 y de espesor mínimo uno coma dos milímetros (1,2 mm), sin alabeos, grietas ni deformaciones y de ejes rectilíneos.

Los junquillos serán de acero inoxidable de espesor mínimo un milímetro (1 mm).

A efectos de permeabilidad al aire deberán clasificarse como A2 en caso de utilizarse como ventana simple según el ensayo descrito en la Norma UNE-85214-80.

A efectos de estanqueidad al agua la clasificación mínima necesaria será de E2, según la Norma UNE 85206-81.

Su resistencia al viento será V1, según UNE 85204-79.

#### **1.6.3.2.- Ejecución**

Los perfiles se unirán mediante soldadura por resistencia o con escuadras interiores unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensambles. Sus ejes serán coplanarios formando ángulos rectos.

#### **1.6.3.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

El control de los materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente de este Pliego.

Los criterios de aceptación y rechazo de la ejecución se basarán en los aspectos de aplomado, enrasado, recibido de patillas, fijación a la peana y fijación a la caja de persiana.

### **1.6.4.- Aleaciones ligeras**

#### **1.6.4.1.- Materiales**

Cumplirán con las especificaciones del apartado correspondiente de este Pliego.

Los perfiles de aleación de aluminio, de tratamiento 50S-T5 según Norma UNE 38337-82 tendrán un espesor medio mínimo de un milímetro y medio (1,5 mm). Serán de color uniforme y no tendrán alabeos, fisuras ni deformaciones, con ejes rectilíneos.

A efectos de permeabilidad al aire deberán clasificarse como A2 en caso de utilizarse como ventana simple según el ensayo descrito en la Norma UNE 85214-80.

A efectos de estanqueidad al agua la clasificación mínima necesaria será de E2, según la Norma UNE 85206-81.

Su resistencia al viento será V1, según UNE 85204-79.

#### **1.6.4.2.- Ejecución**

La unión de los perfiles será por medio de soldadura o escuadras interiores unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión. Los ejes serán coplanarios formando ángulos rectos. La capa de anodizado tendrá un espesor mínimo de quince (15) micras. El sellado será adecuado y el resto de los materiales de la carpintería serán inoxidables.

#### **1.6.4.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

El control de los materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente de este Pliego.

### **1.6.5.- Maderas**

#### **1.6.5.1.- Materiales**

Cumplirán con lo especificado en el apartado correspondiente de este Pliego.

A efectos de permeabilidad al aire deberán clasificarse como A2 en caso de utilizarse como ventana simple según el ensayo descrito en la Norma UNE 85214-80.

A efectos de estanqueidad al agua la clasificación mínima necesaria será de E2, según la Norma

UNE 85206-81.

Su resistencia al viento será V1, según UNE 85204-79.

#### **1.6.5.2.- Ejecución**

Los perfiles se unirán con ensambles encolados suficientemente rígidos, quedando sus ejes en un mismo plano y formando ángulos rectos. Las caras quedarán correctamente cepilladas, enrasadas y sin marcas.

#### **1.6.5.3.- Control y criterios de aceptación y rechazo**

El control de los materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado correspondiente de este Pliego.

Los criterios de aceptación y rechazo de la ejecución se basarán en los aspectos de aplomado, recibido de patillas, enrasado y sellado de cercos.

#### **1.6.6.- Plásticos**

##### **1.6.6.1.- Materiales**

Cumplirán con lo especificado en el apartado correspondiente a este Pliego.

A efectos de permeabilidad al aire deberán clasificarse como A2 en caso de utilizarse como ventana simple según el ensayo descrito en la Norma UNE 85214-80.

A efectos de estanqueidad al agua la clasificación mínima necesaria será de E2, según la Norma UNE 85206-81.

Su resistencia al viento será V1, según UNE 85204-79.

##### **1.6.6.2.- Ejecución**

Los materiales cumplirán las condiciones especificadas en este Pliego.

Los criterios de aceptación y rechazo de la ejecución se basarán en los aspectos de aplomado, enrasado, recibido de patillas, fijación a la peana y fijación a la caja de persiana.

#### **1.6.7.- Medición y abono**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el Cuadro de precios nº1

### **1.7.- REVESTIMIENTOS (ENFOSCADOS, ENLUCIDOS, SOLADOS, PAVIMENTOS, ETC.)**

#### **1.7.1.- Materiales**

##### **1.7.1.1.- Enfoscados y enlucidos**

Los materiales que forman el mortero de cemento a utilizar en el enfoscado de paramentos cumplirá con las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN: 998: *“Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.”*

La cal a emplear en los revestimientos cumplirán las especificaciones de la UNE-EN: 459-1: *“Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.”*

Los yesos utilizados en guarnecidos, tendidos y enlucidos deberán cumplir las especificaciones que figuran en la norma UNE-EN 13279: *“Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 1: Definiciones y especificaciones”*.

Los prefabricados de yeso o escayola a utilizar en techos cumplirán lo especificado para los mismos en las siguientes normas: UNE-EN 14246: *“Placas de escayola para techos suspendidos. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo”* y UNE-EN 520: *Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo”*.

##### **1.7.1.2.- Alicatados, solados y pavimentos**

Los materiales a emplear en alicatados y solados de superficies deberán cumplir las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN 14411: *“Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado”*.

Para los pavimentos, en función del material, la normativa aplicable será la siguiente:

TIPO DE PAVIMENTO	NORMA
Baldosas de terrazo	UNE-EN 13748: “Baldosas de terrazo. Parte 1. Baldosas de terrazo para uso interior”.
Cemento continuo	Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) y la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC)
Uso industrial	NFP 11-213

Normativa aplicable sobre pavimentos

### 1.7.1.3.- Pinturas

Las materias primas constitutivas de las pinturas se regirán por las normas INTA Comisión 16 - Pinturas, Esmaltes y Barnices.

Los aceites secantes cumplirán las condiciones exigidas en las normas INTA 16 11 que le corresponda.

Los pigmentos y cargas cumplirán las exigencias de las normas INTA 16 12 que le sean de aplicación.

Los disolventes compuestos se regirán por las normas INTA 16 13 y los preparados por las 16 23 que le sean de aplicación.

Los plastificantes cumplirán las condiciones exigidas en la norma INTA 16 14 01 A.

Los secantes se regirán por la norma INTA 16 15 01 A.

Las resinas se regirán por las normas INTA 16 16 que le sean de aplicación.

El Adjudicatario especificará las materias primas de las pinturas ofertadas y las normas INTA por las cuales se regirán.

### 1.7.2.- Ejecución

#### 1.7.2.1.- Enfoscados y enlucidos

Los enfoscados y enlucidos se ejecutarán de acuerdo a las especificaciones recogidas en la Norma Tecnológica de la Edificación (NTE) correspondiente, sin perjuicio de lo que para los mismos, se establezca en el Código Técnico de la Edificación.

#### 1.7.2.2.- Alicatados, solados y pavimentos

Los alicatados, solados y pavimentos se ejecutarán de acuerdo a las especificaciones recogidas en la Norma Tecnológica de la Edificación (NTE) correspondiente, sin perjuicio de lo que para los mismos, se establezca en el Código Técnico de la Edificación.

#### 1.7.2.3.- Pinturas

Para su ejecución será de aplicación las recomendaciones recogidas en la Norma Tecnológica de la Edificación: NTE-RPP “Pinturas”.

El material a emplear se suministrará en los envases originales, sellados y con la etiqueta del fabricante con la que se proporcionarán las instrucciones necesarias para su correcta aplicación.

Igualmente estarán impresas en el envase la fecha de fabricación, caducidad y el número de lote.

Los materiales deben suministrarse con el correspondiente certificado de composición con referencia al número del lote e indicando el número de kilogramos suministrados.

Los materiales se almacenarán de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante y en todo caso estarán protegidos de la humedad, del sol directo y en locales bien ventilados.

La temperatura del recinto de almacenamiento no debe ser inferior a diez grados centígrados (10° C), ni superior a treinta y dos grados centígrados (32° C).

La superficie de aplicación estará preparada con todos los elementos (puertas, ventanas, etc.) recibidos y totalmente nivelada y lisa.

No se pintará bajo condiciones climatológicas adversas: tiempo lluvioso, humedad relativa

superior al 85%, temperatura no comprendida entre veintiocho y seis grados centígrados.

### **1.7.3.- Control de calidad**

#### **1.7.3.1.- Enfoscados y enlucidos**

##### Control de calidad de la fabricación

Si el producto viene envasado en sacos se muestrearán el cinco por ciento (5%) de los sacos. Cuando la partida se suministre a granel, se tomarán cinco muestras de cada partida.

Los ensayos a realizar y los criterios para evaluar la conformidad de la cal a emplear en los revestimientos serán los especificados UNE-EN: 459, en sus partes 2 y 3.

Los ensayos a realizar en los yesos utilizados en guarnecidos, tendidos y enlucidos serán los indicados en las normas UNE-EN 13279: “*Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo*” y en la UNE 102042: *Yesos y escayolas de construcción. Otros métodos de ensayo.*”

Todos los productos suministrados deberán estar en posesión del marcado CE.

El número de muestras a ensayar seguirá el mismo criterio que el especificado para cales.

##### Control de calidad de la ejecución

Los controles a realizar durante la ejecución, así como su número serán los especificados en la Norma Tecnológica de la Edificación (NTE), aplicable en cada caso.

##### Tolerancias

Se cumplirán las exigencias establecidas en el Código Técnico de la Edificación.

#### **1.7.3.2.- Alicatados, solados y pavimentos**

##### Control de calidad de la fabricación

Los ensayos a realizar y los criterios para evaluar la conformidad de los alicatados y solados serán los especificados UNE-EN 14411.

Para los pavimentos, en función del material, la normativa aplicable será la especificada en el apartado de i) Materiales.

Los ensayos se realizarán en todos los casos cada 500 m<sup>2</sup> o fracción.

##### Control de calidad de la ejecución

Los controles a realizar durante la ejecución, así como su número serán los especificados en la Norma Tecnológica de la Edificación (NTE), aplicable en cada caso.

##### Tolerancias

Según normativa citada en los apartados anteriores.

#### **1.7.3.3.- Pinturas**

##### Control de calidad de la fabricación

La toma de muestras se realizará conforme a la norma INTA 16 00 21.

Los ensayos físicos y químicos se registrarán por la normativa INTA que le sea de aplicación. Podrán sustituirse los ensayos mediante la presentación del certificado de calificación del INTA.

##### Control de calidad de la ejecución

Se realizarán los controles que se especifican en la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-RPP "Pinturas".

#### **1.7.4.- Medición y abono**

Los revestimientos de paramentos, suelos, escaleras y techos se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente ejecutada, a excepción de los rodapiés y los revestimientos de escalera, que se medirán por metro colocado.

Las unidades se abonarán al precio que les corresponda de los que figuren en el Cuadro de precios nº1.

Los precios comprenden todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de las unidades de obra definidas

## **1.8.- AISLAMIENTOS**

### **1.8.1.- Aislamientos térmicos**

#### **1.8.1.1.- Materiales**

Cumplirán lo establecido en el apartado correspondiente de este Pliego.

#### **1.8.1.2.- Ejecución**

Durante la ejecución se observan los siguientes aspectos:

El soporte estará exento de materias extrañas como polvo, aceites, etc. con un grado de humedad dentro de los límites especificados por el fabricante.

El aislamiento quedará protegido de la lluvia durante y después de la colocación, no debiéndose colocar con vientos superiores a los 30 km/h.

El material colocado se proteger de impactos, presiones u otras acciones que lo puedan alterar y de una exposición solar muy larga.

El aislamiento acabado quedará bien adherido al soporte y tendrá un aspecto uniforme y sin defectos.

El aislamiento será continuo y cubrirá la totalidad de la superficie a aislar, poniéndose especial atención en no dejar puentes térmicos.

Las placas o paneles se colocarán una al lado de otra y a rompejunta, no debiendo superar las juntas 2 mm.

#### **1.8.1.3.- Control y condiciones de aceptación y rechazo**

El control y las condiciones de aceptación de los materiales serán los definidos en el apartado correspondiente de este Pliego.

Las unidades de obra que no cumplan lo especificado deberán ser retiradas, o en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

### **1.8.2.- Aislamientos acústicos**

#### **1.8.2.1.- Materiales**

Los materiales definidos en proyecto como condicionantes acústicos, o aquellos a los que se atribuya condiciones acústicas como criterio distinto al de su masa (absorbentes), cumplirán la Norma Básica sobre Condiciones Acústicas en los Edificios "CTE-CA 88" y deberán estar provistos de certificado de ensayo, en laboratorio reconocido, que exprese los valores de absorción media y los correspondiente a las frecuencias: 125, 250, 500, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz (UNE 74041-80).

Cuando se trate de placas de escayola en techos, dichos valores no serán inferiores a los definidos en las Normas UNE 102021-83, UNE 102022-83 y UNE 102033-83.

El fabricante suministrará además información fidedigna del resto de sus propiedades: estabilidad dimensional, conductividad térmica, resistencia al fuego, comportamiento ante la humedad y en el caso de que actúe bajo carga, resistencia a compresión y flexión.

#### **1.8.2.2.- Ejecución**

Durante la ejecución se observan los siguientes aspectos:

La puesta en obra se ejecutará de acuerdo a las instrucciones del fabricante y en las condiciones en que se emitió el certificado de ensayo, tanto para el material principal como para el complementario.

La no existencia de puentes acústicos, a través del material (fijaciones, tuberías, conductos, ...) o de su contorno (juntas perimetrales).

Las tuberías estarán instaladas mediante grapas o abrazaderas provistas de material elástico de separación y en las condiciones que especifica el Reglamento e Instrucciones Técnicas complementarias



de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria (IT.IC.16.3), no admitiéndose en ningún caso fijaciones con alambre.

Las tuberías atravesarán las fábricas con exigencias acústicas, mediante pasamuros y nunca en forma rígida.

El aislamiento será continuo y cubrirá la totalidad de la superficie a aislar, poniéndose especial atención en no dejar puentes térmicos.

Las placas o paneles se colocarán una al lado de otra y a rompejunta.

A ser posible, la instalación de los acondicionamientos acústicos se realizará por una casa especializada.

Toda instalación de materiales con propiedades acústicas deberán quedar vista en sus partes, hasta la inspección por la Dirección de Obra no pudiendo trasdosar o rematar hasta recibir la aprobación correspondiente.

No se aceptarán niveles de presión acústica superiores a los especificados en la IT.IC-02 del Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria.

### **1.8.2.3.- Control y condiciones de aceptación y rechazo**

- Materiales aislantes

Se comprobará la masa de los materiales suministrados y sus características geométricas.

- Acondicionamientos acústicos

El material llegará a obra debidamente embalado y etiquetado. Llevará mención expresa de sus características y garantías. Contendrá instrucciones de montaje, salvo en el caso de instalación por casa especializada.

Se comprobará, catálogo en mano, su aspecto general y dimensiones, determinándose la densidad y el resto de las características en laboratorio acreditado, salvo que los materiales vengan avalados por Sellos o Marcas de Calidad.

Se comprobará en el acopio, la existencia de material complementario, como juntas perimetrales, dispositivos antivibratorios, etc., en los términos que el certificado de ensayo (UNE 74041-80) indique. La no existencia de dicho certificado, previo al inicio de la obra es criterio de rechazo automático.

Finalizada la obra, se realizará "in situ" el ensayo de Aislamiento de suelos de ruido de impacto definido en la Norma UNE 74040-84 (7) y Transmisión de ruido aéreo según UNE 74040-84 (4).

### **1.8.3.- Medición y abono**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el Cuadro de precios nº1.

## **1.9.- LÁMINAS**

### **1.9.1.- Asfálticas**

#### **1.9.1.1.- Características técnicas exigibles**

Las láminas serán estancas al agua.

Las láminas deberán tener una superficie uniforme y estará libres de defectos tales como agujeros, bordes desgarrados o no rectilíneos, roturas, grietas, protuberancias y hendiduras.

En láminas con armadura, esta deberá estar inserta de forma que las uniones entre láminas puedan realizarse correctamente por los mismos procedimientos que en las láminas simples de igual material de base.

En el caso particular de su empleo en contacto con agua potable, las láminas deberán cumplir la legislación sanitaria vigente.

Cumplirán con las especificaciones descritas en la CTE-MV 301/1986 "Impermeabilización de Cubiertas con Materiales Bituminosos".

### 1.9.1.2.- Condiciones particulares de recepción

El Contratista controlará la calidad por medio del Certificado del fabricante, en el cual se deberá indicar explícitamente la conductividad térmica, acústica y eléctrica del material, las cuales deberán cumplir con lo indicado en los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares. En particular, se solicitará, según R.D. 2085/86, certificado de Conformidad de la Producción expedido por la Comisión de Vigilancia y Certificación del MINER.

En cada suministro se determinarán las siguientes características, según las Normas UNE que se especifican:

1.- Identificación, composición: UNE 104402-86, 104281-86 (6-8).

2.- Aspecto y dimensiones: UNE 104281-85 (6-2).

El tamaño de la muestra será de 1 m<sup>2</sup>.

Láminas poliméricas para la impermeabilización de obras de fábrica

#### Características técnicas exigibles

Las láminas deberán tener una superficie uniforme y estará libres de defectos tales como arrugas, burbujas, grietas y similares. Asimismo serán estancas al agua.

En las láminas con armadura, esta deberá estar inserta de forma que las uniones entre láminas puedan realizarse correctamente por los mismos procedimientos que en las láminas simples de igual material polimérico de base.

En el caso particular de su empleo en contacto con el agua potable las láminas deberán cumplir la legislación sanitaria vigente.

Las características y métodos de ensayo con y sin armadura cumplirán las especificaciones definidas en las Normas UNE: 53358-84, 53362-83 y 53363-83.

Planchas poliestireno expandido

#### Características técnicas exigibles

Se consideran los 5 tipos siguientes según las características y métodos para su determinación de acuerdo con las Normas: UNE 53215-71, UNE 92201-86, UNE 92202-86 y UNE 53205-73.

- Tipo I:
  - Densidad nominal de 10 kg/m<sup>3</sup>.
  - Densidad mínima de 9 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica de 0,057 W/m.K (0,049 kcal/m.°C.h).
  - Resistencia a compresión de 30 kPa (0,3 kg/cm<sup>2</sup>).
- Tipo II:
  - Densidad nominal de 12 kg/m<sup>3</sup>.
  - Densidad mínima de 9 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica de 0,044 W/m.K (0,038 kcal/m.°C.h).
  - Resistencia a compresión de 35 kPa (0,35 kg/cm<sup>2</sup>).
- Tipo III:
  - Densidad nominal de 15 kg/m<sup>3</sup>.
  - Densidad mínima de 13 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica de 0,037 W/m.K (0,032 kcal/m.°C.h).
  - Resistencia a compresión de 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Tipo IV:
  - Densidad nominal de 20 kg/m<sup>3</sup>.
  - Densidad mínima de 18 kg/m<sup>3</sup>.

- Conductividad térmica de 0,034 W/m.K (0,029 kcal/m.°C.h).
- Resistencia a compresión de 90 kPa (0,9 kg/cm<sup>2</sup>).
- Tipo V:
  - Densidad nominal de 25 kg/m<sup>3</sup>.
  - Densidad mínima de 22 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica de 0,033 W/m.K (0,028 kcal/m.°C.h).
  - Resistencia a compresión de 120 kPa (1,2 kg/cm<sup>2</sup>)

Las planchas no deberán deformarse ni romperse por el manejo ordinario a la intemperie, ni volverse quebradizas en tiempo frío, rechazándose las que aparezcan deterioradas.

Condiciones particulares de control de recepción

El Contratista controlará la calidad por medio del Certificado del fabricante, en el cual se deberá indicar explícitamente la conductividad térmica, acústica y eléctrica del material, las cuales deberán cumplir con lo indicado en los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cada lote, compuesto como máximo por 1.000 m<sup>2</sup> para planchas y de 200 m para coquillas, se realizarán sobre 3 muestras de 60 x 60 los ensayos definidos en las características técnicas, con las siguientes tolerancias de aceptación sobre los valores expuestos, según los métodos de ensayo de las Normas UNE correspondientes:

- 1.- Densidad: UNE 53215-71. Desviación no superior al 5 %.
- 2.- Dimensiones: Desviación no superior al 2% de los valores nominales de longitud y anchura y a 3 mm de espesor.
- 3.- Conductividad térmica: ASTM-518, ISO 2518, ASTM-C-177, UNE 92201-86 y 92202-86. Desviación no superior al 5%.
- 4.- Resistencia a compresión: UNE 53205-73. Desviación no superior al 10%.

## **1.9.2.- Planchas de poliestireno expandido por extrusión**

### **1.9.2.1.- Características técnicas exigibles**

Producto formado por planchas rígidas de poliestireno expandido por extrusión en un proceso en continuo que le confiere una estructura de célula cerrada. La superficie de las planchas puede ser lisa o rugosa, pudiendo las planchas obtenerse con perfiles diferentes o encajes perimetrales. En función de cada tipo debe de presentar las características siguientes:

- Tipo I:
  - Densidad mínima: 20 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica máxima: Medida a 20°C será 0,032 W/m.k (0,027 kcal/h.m.°C).
  - Mínima resistencia a la compresión en sentido vertical al de extrusión: 120 kPa.
  - Permeabilidad: Estará comprendida entre 3,3 y 1,3 ng/Pa.m.s.
- Tipo II:
  - Densidad mínima: 25 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica máxima: Medida a 20°C será 0,036 W/m.K (0,030 kcal/h.m.°C).
  - Mínima resistencia a la compresión en sentido vertical al de extrusión: 150 kPa.
  - Permeabilidad: Estará comprendida entre 3,3 y 1,5 ng/Pa.m.s.
- Tipo III:
  - Densidad mínima: 30 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica máxima: Medida a 20°C será 0,030 W/m.K (0,025

- kcal/h.m.°C).
- Mínima resistencia a la compresión en sentido vertical al de extrusión: 200 kPa.
- Permeabilidad: Estará comprendida entre 2,5 y 0,8 ng/Pa.m.s.
- Tipo IV:
  - Densidad mínima: 35 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica máxima: Medida a 20°C será 0,028 W/m.K (0,024 kcal/h.m.°C).
  - Mínima resistencia a la compresión en sentido vertical al de extrusión: 300 kPa.
  - Permeabilidad: Estará comprendida entre 2,5 y 0,8 ng/Pa.m.s.
- Tipo V:
  - Densidad mínima: 45 kg/m<sup>3</sup>.
  - Conductividad térmica máxima: Medida a 20°C será 0,030 W/m.K (0,025 kcal/h.m.°C).
  - Mínima resistencia a la compresión en sentido vertical al de extrusión: 400 kPa.
  - Permeabilidad: Estará comprendida entre 2,5 y 0,8 ng/Pa.m.s.

#### **1.9.2.2.- Condiciones particulares de recepción**

El Contratista controlará la calidad por medio del Certificado del fabricante, en el cual se deberá indicar explícitamente la conductividad térmica, acústica y eléctrica del material, las cuales deberán cumplir con lo indicado en los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cada lote compuesto como máximo por 1.000 m<sup>2</sup>, se realizarán sobre 3 muestras de 60 x 60 los ensayos definidos en la características técnicas, con las siguientes tolerancias de aceptación sobre los valores expuestos, según los métodos de ensayo de las Normas UNE correspondientes:

- 1.- Densidad: UNE 53215-71. Desviación no superior al 10%.
- 2.- Conductividad térmica: UNE 92201-86 y 92202-86. Desviación no superior al 5%.
- 3.- Resistencia a compresión: UNE 53205-73. Desviación máxima no superior al 10%.
- 4.- Permeabilidad: UNE 92226-88. Desviación no superior al 15%.

#### **1.9.3.- Planchas de fibra de vidrio**

##### **1.9.3.1.- Características técnicas exigibles**

La fibra de vidrio es una manufactura constituida por grandes cantidades de hilos de pequeño espesor que por su baja densidad proporcionan un gran aislamiento.

Las planchas de fibra de vidrio están formadas por un conjunto amorfo de fibras aglomeradas mediante resinas sintéticas termoestables.

Las planchas no deberán romperse por el manejo ordinario a la intemperie, ni volverse quebradizas en tiempo frío, rechazándose las que aparezcan deterioradas.

Las características técnicas son las descritas en la Norma UNE 92102-86, pudiéndose presentar en los distintos tipos que se describen a continuación:

- FVP 1:
  - Panel semirrígido de fibra de vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles, pudiendo presentarse con revestimiento. Tendrá las características correspondientes a la clase 2 de la Norma UNE 92102-86.
  - Densidad: 12,5 a 18 kg/m<sup>3</sup>. Conductividad térmica: 44 mW/m.K a 20°C.
  - Dimensiones: Las nominales de cada fabricante con las siguientes tolerancias:
    - largo: ± 15 mm.
    - ancho: ± 5 mm.

- espesor: - 4 mm.
- FVP 2:
  - Panel semirrígido de fibra de vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles, pudiendo presentarse con revestimiento. Tendrá las características correspondientes a la clase 3 de la Norma UNE 92102-86.
  - Densidad: 18 a 25 kg/m<sup>3</sup>. Conductividad térmica: 41 mW/m.K a 20°C.
  - Dimensiones: Las nominales de cada fabricante con las siguientes tolerancias:
    - largo: ± 15 mm.
    - ancho: ± 5 mm.
    - espesor: - 4 mm.
- FVP 3:
  - Panel rígido de fibra de vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles, pudiendo presentarse con revestimiento. Tendrá las características correspondientes a la clase 6 de la Norma UNE 92102-86.
  - Densidad: 80 a 120 kg/m<sup>3</sup>. Conductividad térmica: 41 mW/m.K a 20°C.
  - Dimensiones: Las nominales de cada fabricante con las siguientes tolerancias:
    - largo: ± 10 mm.
    - ancho: ± 5 mm.
    - espesor: ± 3 mm.
- FVP 4:
  - Panel rígido de fibra de vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles, pudiendo presentarse con revestimiento. Tendrá las características correspondientes a la clase 5 de la Norma UNE 92102-86.
  - Densidad: 65 a 80 kg/m<sup>3</sup>. Conductividad térmica: 34 mW/m.K a 20°C.
  - Dimensiones: Las nominales de cada fabricante con las siguientes tolerancias:
    - largo: ± 10 mm.
    - ancho: ± 5 mm.
    - espesor: ± 3 mm.
- FVP 5:
  - Panel rígido de fibra de vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles, pudiendo presentarse con revestimiento. Tendrá las características correspondientes a la clase 4 de la Norma UNE 92102-86.
  - Densidad: 25 a 65 kg/m<sup>3</sup>. Conductividad térmica: 35 mW/m.K a 20°C.
  - Dimensiones: Las nominales de cada fabricante con las siguientes tolerancias:
    - largo: ± 10 mm.
    - ancho: ± 5 mm.
    - espesor: ± 3 mm.
- FVP 6:
  - Panel rígido de fibra de vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles, pudiendo presentarse con revestimiento. Tendrá las características correspondientes a la clase 5 de la Norma UNE 92102-86.
  - Densidad: 65 a 80 kg/m<sup>3</sup>. Conductividad térmica: 34 mW/m.K a 20°C.
  - Dimensiones: Las nominales de cada fabricante con las siguientes tolerancias:
    - largo: ± 15 mm.

- ancho:  $\pm 5$  mm.
- espesor:  $\pm 3$  mm.

### 1.9.3.2.- Condiciones particulares de recepción

El Contratista controlará la calidad por medio del Certificado del fabricante, en el cual se deberá indicar explícitamente la conductividad térmica, acústica y eléctrica del material, las cuales deberán cumplir con lo indicado en los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cada lote compuesto como máximo por 1.000 m<sup>2</sup>, se realizarán sobre 3 muestras de 60 x 60 los ensayos definidos en las características técnicas, con las siguientes tolerancias de aceptación sobre los valores expuestos, según los métodos de ensayo de las Normas UNE correspondientes.

1.- Densidad: UNE 92210-87. No se admitirán valores inferiores a los mínimos establecidos en cada clase.

2.- Conductividad térmica: UNE 92201-86 y 92202-86. La desviación no será superior al 5% sobre los valores límite.

3.- Dimensiones: UNE 92209-86:

- Largo:
  - Para FVP 1, FVP 2 y FVP 6, no se admitirán desviaciones superiores a  $\pm 17,5$  mm.
  - Para FVP 3, FVP 4 y FVP 5, no se admitirán desviaciones superiores a  $\pm 12,5$  mm.
- Ancho:
  - Para todos los tipos no se admitirán desviaciones superiores a  $\pm 7$  mm.
- Espesor:
  - Para todos los tipos no se admitirán desviaciones superiores a  $\pm 5$  mm.

### 1.9.4.- Medición y abono

La medición y abono se realizará de acuerdo con el Cuadro de precios nº1.

## 1.10.- VIDRIERÍA

### 1.10.1.- Características técnicas exigibles

Se definen como vidrios y lunas los materiales destinados al acristalamiento de huecos de forma rectangular, en exteriores o interiores.

El vidrio deberá resistir sin irisarse la acción del aire, de la humedad y del calor, solos o conjuntamente, del agua fría o caliente y de los agentes químicos a excepción del ácido fluorhídrico.

No deberá amarillear bajo la acción de la luz solar; será homogéneo, sin presentar manchas, burbujas, nubes u otros defectos.

El vidrio estará cortado con limpieza, sin presentar asperezas, corte ni ondulaciones en los bordes; el espesor será uniforme en toda su extensión.

Los diferentes tipos de vidrio se ajustarán a las especificaciones reflejadas en la CTE-FVE, FVP y FVT (Vidrios especiales, planos y templados).

El acristalamiento aislante térmico formado por dos o mas vidrios planos paralelos unidos entre sí por un espaciador perimetral que encierre en su interior una cámara de aire deshidratada o gases pesados, poseer un punto de rocío en el interior de la cámara inferior a  $-58$  °C, según Norma UNE 43752-85.

Las desviaciones dimensionales de anchura y altura no podrán ser superiores a  $\pm 2$  mm hasta dimensiones de 3 m, ni de  $\pm 3$  mm para mayores dimensiones. Con vidrios de espesor igual o inferior a 5 mm la tolerancia sobre el espesor nominal será de  $\pm 1$  mm. Si los espesores son superiores, la tolerancia será de  $\pm 1,5$  mm. Denominándose espesor nominal, la suma de espesor de vidrios y cámara. La penetración del perfil separador será de 12 mm para superficies menores de 3 m<sup>2</sup>, y de 13 mm para superficies mayores de 3 y menores de 5 m<sup>2</sup> y de 16 mm para superficies mayores, con unas tolerancias

de  $\pm 2$ mm en los dos primeros y de  $\pm 3$  mm en el último caso. La flecha máxima admisible para superficies inferiores a  $0,5 \text{ m}^2$  será de  $2/1.000$  y de  $3/1.000$ , para superficies superiores. Los cantos no presentarán desconchones ni agujas superiores a 1,5 y 2,5 mm respectivamente en el sentido del espesor; de 5 y 2,5 mm en el sentido de la superficie, ni desconchones superiores a 10 mm en el sentido de la arista.

Según el método de fabricación se pueden clasificar del siguiente modo:

Vidrio estirado:

Será vidrio transparente, obtenido por el procedimiento de estirado, sin operaciones posteriores. Será plano, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes.

Su espesor tendrá una tolerancia de + 1 mm y las restAntes dimensiones no tendrán variaciones superiores a + 2 mm.

Luna:

Será vidrio transparente, obtenido por laminación, desbaste y pulido, o por flotado. Será plano, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes y caras rigurosamente paralelas.

El espesor será el especificado y las restAntes dimensiones no tendrán variaciones superiores a + 2 mm.

Vidrio impreso:

Será vidrio traslúcido, obtenido por colado y laminación, con dibujo impreso por una o dos caras, sin asperezas ni ondulaciones en los bordes.

Su espesor tendrá una tolerancia de + 1 mm y las restAntes dimensiones no tendrán variaciones inferiores a + 2 mm.

Los materiales para fijación serán:

*Elementos de caucho (calzos y perfiles continuos):*

Serán de caucho sintético. Dureza Shore superior a 60 grados. Inalterable a temperaturas entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $+80^{\circ}\text{C}$ . Estas características no variarán esencialmente en un período no inferior a 10 años, desde su aplicación.

*Masilla:*

Será imputrescible e impermeable. Compatible con el material de la carpintería, caucho y vidrio. Dureza inferior a la del vidrio. Elasticidad capaz de absorber deformaciones de un 15%. Inalterables a temperaturas entre  $-10^{\circ}$  y  $+80^{\circ}\text{C}$ . Estas características no variarán esencialmente en un período no inferior a 10 años, desde su aplicación.

### **1.10.2.- Condicionantes particulares de recepción**

Los materiales deberán cumplir las correspondientes normas de disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE siguientes: 53.130, 53.567, 43.014, 43.030 y 43.031.

Cuando el material llegue a obra se exigirá el Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones, a su recepción.

En cada lote compuesto por 100 unidades se determinarán las siguientes características:

- Dimensiones y cantos.
- Grado de humedad en el interior de cámara en caso de acristalamientos dobles. UNE 43.752-85.

Los ensayos se realizarán sobre la muestra de una ventana.

### **1.10.3.- Medición y abono**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el Cuadro de precios nº1.

## 1.11.- HORMIGÓN CELULAR ESPUMOSO

### 1.11.1.- Características técnicas exigibles

- Deberá responder a las siguientes especificaciones:
- Densidad: Las densidades máximas del hormigón celular en seco y en fresco serán de 425 kg/m<sup>3</sup> y 600 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.
- Conductividad térmica: El coeficiente de conductividad térmica será de 0,1 W/m.K (0,116 kcal/h.m.°C).
- Resistencia a compresión: La resistencia a compresión será como mínimo de 4 kg/cm<sup>2</sup>.

### 1.11.2.- Condicionantes particulares de recepción

En cada lote compuesto como máximo por 1.000 m<sup>2</sup> se realizarán sobre dos muestras los ensayos definidos en las características técnicas, con las siguientes tolerancias de aceptación, sobre los valores expuestos, según los métodos de ensayo de las Normas UNE correspondientes:

- Densidad: Valores no superiores a 433 kg/m<sup>3</sup>.
- Conductividad térmica: Valores no superiores a 0,11 W/m.K (0,128 kcal/m.h.°C). Ensayo según ASTM-C-177 y UNE 92201-86, 92202-86.
- Resistencia a compresión: Valor no inferior a 3kg/cm<sup>2</sup>. Ensayo según ASTM-C-495-69.

## 1.12.- INSTALACIONES

### 1.12.1.- Condiciones generales

Se tratan en este artículo el conjunto de elementos necesarios para el suministro de agua en edificios, desde la acometida hasta el grifo, así como los necesarios para la evacuación de aguas residuales y pluviales, desde los puntos de recogida de las mismas hasta el, o los, correspondientes puntos de vertido.

Todas las instalaciones de fontanería deberán cumplir los siguientes Reglamentos, Normas y Prescripciones:

- Reglamento e Instrucciones Técnicas complementarias (IT.IC) de las Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria.
- Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua. Orden 9-12-1975.
- Norma Básica de la Edificación CTE-CA-88, "Condiciones Acústicas en los edificios".
- Normas UNE aplicables a equipos y materiales.
- Ordenanzas Municipales.
- Todas las instalaciones de agua caliente sanitaria deberán cumplir, además, los siguientes Reglamentos, Normas y Prescripciones:
- Normas básicas de instalaciones de gas en edificios habitados. Orden de la Presidencia del Gobierno de 29-3-1974.
- Norma Básica de la Edificación CTE-CPI-82, "Condiciones de Protección contra Incendio en los edificios".
- Reglamento e Instrucciones Técnicas complementarias (IT.IC.) de las Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria.
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D.1244/1979).
- Reglamento sobre utilización de productos petrolíferos en calefacción y otros usos no industriales. Orden 21-6-1968.

Se exigirá la homologación por parte del Ministerio de Industria y Energía de generadores,



quemadores, emisores de calor y chimeneas modulares. El control de las redes de tuberías se realizará de acuerdo con los apartados correspondientes de este Pliego.

### **1.12.2.- Instalaciones interiores de evacuación de aguas**

La instalación interior de evacuación de aguas deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la normativa siguiente: Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y, en concreto, su Documento Básico HS 5: Evacuación de aguas.

Las instalaciones interiores de evacuación de aguas se ejecutarán con arreglo a la legislación vigente, por medio de empresas instaladoras capacitadas para el ejercicio de la actividad.

Para cada instalación se elaborará una documentación técnica, en la que se pondrá de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias. Ésta documentación será en forma de Proyecto suscrito por técnico facultativo competente.

### **1.12.3.- Instalación interior de suministro de agua**

Las instalaciones interiores de suministro de agua deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la normativa siguiente:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y, en concreto, su Documento Básico HS 4: Suministro de agua.
- Orden 639/2006, de 22 de marzo, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se establece el procedimiento para el registro de puesta en servicio de las instalaciones interiores de suministro de agua.
- Orden 1415/2007, de 16 de mayo, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se modifica la Orden 639/2006.
- Orden de 19 de noviembre de 2013 y Orden de 12 de marzo de 2014, de la Consejería de Economía y Hacienda, por las que se modifica la Orden 639/2006.

Las instalaciones interiores de suministro de agua se ejecutarán con arreglo a la legislación vigente, por medio de empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

Para cada instalación se elaborará una documentación técnica, en la que se pondrá de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias. Ésta documentación, en función de las características de la instalación, será en forma de Proyecto suscrito por técnico facultativo competente, o mediante Memoria Técnica suscrita por instalador autorizado.

Para cualquier instalación interior de suministro de agua, será preceptiva la autorización de la Dirección General de Industria, Energía y Minas

### **1.12.3.1.- Instalaciones de protección contra incendios**

Las instalaciones de protección contra incendios deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la normativa siguiente:

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI), así como la Orden de 16 de abril de 1998 que lo desarrolla.
- Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y en concreto, su Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio.
- Orden 3619/2005, de 24 de junio, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se establece el procedimiento para el Registro de Instalaciones de Prevención y Extinción contra Incendios (BOCM de 22 de septiembre de 2005)

- Orden de 27 de mayo de 2009, de simplificación administrativa por la que se regula el registro de puesta en servicio de las instalaciones de protección contra incendios en la Comunidad de Madrid (BOCM nº153, 30 de junio de 2009).
- Orden de 12 de marzo de 2014, de la Consejería de Economía y Hacienda, por la que se establece el procedimiento para el registro de puesta en servicio de las instalaciones de protección contra incendios en establecimientos no industriales en la Comunidad de Madrid (BOCM nº120, 22 de mayo de 2014).

Las instalaciones de protección contra incendios, con excepción de los extintores portátiles, se ejecutarán por medio de empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad, según lo establecido en el Real Decreto 1942/1993.

Para cada instalación, con excepción si cuenta únicamente de extintores, se elaborará una documentación técnica en la que se pondrá de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias. Ésta documentación será en forma de Proyecto suscrito por técnico facultativo competente.

Para cualquier instalación de protección contra incendios, con excepción si únicamente incorpora extintores, será preceptiva la autorización de la Dirección General de Industria, Energía y Minas

#### **1.12.4.- Instalaciones térmicas**

Las instalaciones térmicas se ajustarán en todo momento a las disposiciones vigentes que le sean de aplicación y, en particular:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el RITE.
- Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios.
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del RITE.

Las instalaciones térmicas se ejecutarán con arreglo a la legislación vigente, por medio de empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad e instaladores que dispongan del correspondiente carnet de instalador, según lo establecido en el Real Decreto 1027/2007.

Deberá elaborarse, previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, en función de sus características, según determine el Real Decreto 1027/2007, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica.

A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en la legislación vigente y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.

El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante la Dirección General de Industria, Energía y Minas, con objeto de registrar la referida instalación

#### **1.12.5.- Climatización**

Todas las instalaciones de calefacción y climatización deberán cumplir los siguientes Reglamentos, Normas y Prescripciones:

- Normas básicas de instalaciones de gas en edificios habitados. Orden de la Presidencia del Gobierno de 29-3-1974.
- Norma Básica de la Edificación CTE-CPI-82, Condiciones de protección contra Incendio en los edificios.
- Reglamento e Instrucciones Técnicas complementarias (IT.IC.) de las Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre utilización de productos petrolíferos en calefacción y otros usos no industriales. Orden 21-6-1968.
- Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
- Normas UNE aplicables a materiales y equipos.

Se exigirá la homologación por parte del Ministerio de Industria y Energía de generadores, quemadores, emisores de calor y chimeneas modulares. El control de las redes de tuberías se realizará de acuerdo con los apartados correspondientes de este Pliego.

#### **1.12.6.- Instalaciones eléctricas**

La ejecución, modificación, ampliación de instalaciones eléctricas se ajustarán en todo momento al Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.

Las instalaciones eléctricas se ejecutarán con arreglo a la legislación vigente, por medio de empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad e instaladores que dispongan del correspondiente carnet de instalador, según lo establecido en la ITC-BT 03 del Real Decreto 842/2002.

Deberá elaborarse, previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, en función de sus características, según determine la correspondiente ITC, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica.

A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.

El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante la Dirección General de Industria, Energía y Minas, con objeto de legalizar la referida instalación.

##### **1.12.6.1.- Grifería y valvulería**

Los hidromezcladores manuales y los grifos serán de acero inoxidable, teniendo el correspondiente elemento para roscar.

Estarán exentos de defectos que puedan influir en las características mecánicas e hidráulicas, en la estanqueidad, en el revestimiento protector, o en el aspecto exterior.

Las llaves de paso serán de acero inoxidable las vistas y de bronce o de latón las no vistas, permitiendo el corte y regulación del paso de agua. De espesor mínimo 2 mm y serán estancas a la presión de 15 atm.

Todos los elementos de grifería y valvulería serán inalterables al agua caliente, y se ajustarán a la descripción dada en el Cuadro de Precios.

El tipo y modelo a colocar se definen en los planos de Proyecto y/o en el Cuadro de Precios.

#### **1.12.6.2.- Aparatos sanitarios**

Los aparatos sanitarios serán de loza vitrificada de calidad selecta y robusta y de color uniforme.

El exterior de los aparatos tendrá un acabado al brillo al igual que todas las partes visibles del interior.

El Contratista garantizará los aparatos contra cualquier imperfección, como alabeo, picadura, cuarteo, desconchado y porosidad.

El tipo, modelo y color se definen en los Planos de Proyecto y/o en el Cuadro de Precios.

#### **1.12.6.3.- Ejecución de las obras**

- Montaje de las tuberías

Cuando las conducciones de fontanería atraviesen muros, tabiques o forjados, se dispondrá un manguito pasamuros con holgura mínima de 10 mm y se rellenará el espacio libre con masilla.

Cuando la conducción vaya recibida a los paramentos o forjados se hará mediante grapas de acero galvanizado separadas un máximo de 2.000 mm, en el caso de conducción de acero, y mediante grapas de latón, separadas un máximo de 400 mm, en el caso de tuberías de cobre. En cualquiera de los dos casos se interpondrán entre la grapa y la conducción anillos elásticos de goma o fieltro.

En el caso de conducción de acero las uniones y piezas especiales irán roscados, mientras que las de cobre se harán mediante manguitos o juntas de enchufe, con soldadura por capilaridad.

Las conducciones de agua caliente deberán ir calorifugadas mediante coquilla aislante que cubrirá el tubo, piezas especiales y grapas, previo pintado de éstos con mínimo. La coquilla deberá ser de material impermeable, imputrescible y autoextinguible.

La conexión entre la acometida y los aparatos sanitarios se hará con tubo de polibutileno, con los correspondientes acoplamientos. Los tubos de desagüe serán de PVC o acero inoxidable según se determine en el cuadro de precios con acoplamientos a presión y sifones de calidad, y se sujetarán a las paredes, pisos y elementos estructurales de acero mediante soportes, colgadores o abrazaderas adecuados, con la pendiente necesaria.

- Montaje de los aparatos sanitarios

Los aparatos sanitarios se instalarán con pulcritud profesional, con cuidado de no perjudicar las superficies contiguas.

Los aparatos estarán perfectamente a nivel, a plomo y a escuadra con la pared.

Siempre que sea posible las sujeciones irán ocultas y cuando sean visibles los tornillos o ganchos serán cromados y se instalarán tapones cromados donde sea necesario.

Se introducirán tacos de fibra, plomo o plástico, nunca de madera, para recibir los tornillos en la pared o en el suelo.

Los orificios se taladrarán con precisión, con cuidado de no agrietar la superficie a su alrededor. Se dispondrán e instalarán placas cromadas cuando sea necesario para asegurar un aspecto decorativo bien terminado.

El Contratista será responsable de la protección y conservación de los elementos que instale, mientras duren los trabajos.

Una vez terminado el trabajo se limpiarán perfectamente todas las superficies contiguas a las instalaciones, eliminando todas las manchas.

#### **1.12.6.4.- Control y condiciones de aceptación y rechazo**

- Materiales

El control de los materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en los apartados correspondientes de este Pliego. Los materiales deberán cumplir las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

El material llegará a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normas y disposiciones.

- Ejecución

Una vez realizada la distribución completa de núcleos de aseos, viviendas, redes y/o alimentación a equipo y Antes de proceder a la colocación de la grifería conexiones a equipos, se someterá la instalación a una prueba de estanqueidad, con una presión mínima doble de la de servicio, cuando esta sea menor de 6 atmósferas e igual a la de servicio, si esta es mayor de 6 atmósferas. Se controlará el 100% de las conducciones y accesorios.

Antes de proceder a colocar la grifería, y conexiones a equipos, se someterá la instalación en su conjunto a las mismas pruebas, para lo cual, previamente se habrá tenido la instalación llena durante 24 horas y se habrán realizado cuantas purgas de aires sean necesarias y al menos en dos ocasiones y para todos aquellos puntos elevados o terminales. Se controlará el 100% de las conducciones.

Colocada la grifería y conexiones los equipos, se procederá a poner en servicio el máximo número posible de puntos de consumo, determinando la simultaneidad que corresponde a las condiciones de funcionamiento que garantizan el caudal máximo en el punto de consumo mas desfavorable.

No serán de aceptación las distribuciones parciales caso de fugas, ni la instalación en su conjunto si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba de estanqueidad final.

#### **1.12.6.5.- Medición y abono**

Las conducciones de fontanería y de evacuación de aguas se medirán y abonarán según las diferentes calidades por metros lineales (m) totalmente colocadas incluyendo en dichos precios todos los elementos necesarios para la sujeción de las mismas.

Los elementos de grifería y valvulería, así como los aparatos sanitarios se abonarán por unidades totalmente instalados, incluyendo todos los accesorios necesarios para llevarlo a efecto.

#### **1.12.7.- Protección contra el fuego**

Todas las instalaciones de protección contra incendios deberán cumplir las siguientes Normas, Reglamentos y Prescripciones:

- CTE, "Condiciones de Protección contra Incendio en los edificios".
- Normas UNE aplicables a materiales y equipos.
- Salubridad y Saneamiento
- Condiciones Generales

Todas las instalaciones de saneamiento deberán cumplir los siguientes Reglamentos, Normas y Prescripciones:

- Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua. Orden 9-12-1975.
- Norma CTE, "Condiciones Acústicas en los edificios".
- Normas UNE aplicables a equipos y materiales.
- Ordenanzas Municipales.
- Control y condiciones de aceptación y rechazo

### **1.13.- TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES**

#### **1.13.1.- Cobre**

##### **1.13.1.1.- Características técnicas exigibles**

Los tubos se presentarán limpios y brillantes con las superficies exterior e interior exentas de rayas, hojas, picaduras, burbujas, manchas, sopladuras, escorias, pliegues, grietas, trazas de estirado, etc., que puedan afectar desfavorablemente a su servicio.

Se tolerarán, no obstante, defectos puramente locales de profundidad menor de la décima parte del espesor de pared, y decoloraciones propias del proceso de fabricación.

Tanto el tubo como las piezas especiales serán de cobre estirado, sin soldaduras y desoxidado con fósforo.

Serán estancos a una presión mínima de 10 atm.

Tendrán sección circular y espesor uniforme.

Las medidas, tolerancias y características técnicas observarán lo especificado en las Normas UNE 37116-81 y UNE 37141-84.

#### **1.13.1.2.- Condiciones particulares de recepción**

En cada lote compuesto por 1.000 m o fracción por tipo y diámetro se determinarán las características dimensionales según las Normas UNE 37116-81 y 37141-84.

#### **1.13.2.- Plomo**

Estará realizada en plomo de 99,95 refinado de primera fusión y espesor uniforme según Norma UNE 37201 (1ª Revisión).

#### **1.13.3.- Acero**

El tubo será de acero soldado, recocido, con rosca cilíndrica.

Las piezas especiales serán de fundición maleable.

Todos ellos serán galvanizados interior y exteriormente siendo estancos a una presión mínima de 10 atm.

Serán de sección circular, espesor uniforme y sin rebabas ni cortes.

#### **1.13.4.- P.V.C. Sanitario**

Tanto el tubo como las piezas especiales serán de policloruro de vinilo rígido, terminadas con copa en uno de sus extremos.

Serán de espesor uniforme y superficie interior lisa según Norma UNE 53.114.

Las abrazaderas serán de acero galvanizado con manguito de caucho sintético.

#### **1.13.5.- Medición y abono**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el Cuadro de precios nº1.

En Madrid, julio de 2020

El Ingeniero Autor del Proyecto

D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.  
Colegiado Nº 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo: Dña. Alicia Esteban Pedregal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 34.296

Examinado y conforme.  
El Director del proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme.  
El jefe de área de proyectos y expropiaciones



D. Daniel Gálvez Cruz

Vº.Bº.  
El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

## **EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS**





## ÍNDICE

1.-	CONDICIONES GENERALES .....	1
1.1.-	CRITERIOS DE DISEÑO .....	1
1.2.-	DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE .....	1
1.3.-	GARANTÍAS .....	2
1.4.-	DOCUMENTACIÓN .....	3
1.5.-	MANUAL DE INSTRUCCIONES .....	4
1.6.-	PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS EQUIPOS .....	4
1.6.1.-	Pruebas de puesta en marcha .....	4
1.6.2.-	Referencias, certificados y garantías .....	4
1.7.-	RUIDOS DE LOS EQUIPOS .....	5
1.7.1.-	Requisitos exigidos al suministrador .....	5
1.7.2.-	Características de los dispositivos de insonorización .....	5
1.8.-	ACCESOS A LOS TALLERES DEL CONTRATISTA O SUS ASOCIADOS .....	5
2.-	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS DE LA AGRUPACIÓN DE VERTIDOS .....	6
2.1.-	ACABADOS DE LOS EQUIPOS .....	6
2.1.1.-	Preparación de superficies .....	6
3.-	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS MECÁNICOS. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS .....	8
3.1.-	COLECTORES .....	8
3.1.1.-	Características .....	8
3.1.2.-	Medición y abono .....	8
3.2.-	VALVULERÍA .....	9
3.2.1.-	Características generales .....	9
3.2.2.-	Válvulas de compuerta .....	10
3.2.3.-	Válvulas mariposa .....	17
3.2.4.-	Válvulas de protección .....	24
3.2.5.-	Válvulas de aireación. Ventosas .....	26
3.2.6.-	Carretes de desmontaje .....	33
3.2.7.-	Válvulas de pequeño diámetro. Definición y características .....	34
3.3.-	REJAS FIJAS .....	34
3.3.1.-	Características .....	34
3.3.2.-	Medición y abono .....	34
3.4.-	CESTA DE BREDESBASTE .....	34
3.4.1.-	Características .....	34
3.4.2.-	Medición y abono .....	35
3.5.-	REJA AUTOMÁTICA .....	35
3.5.1.-	EBAR los Barrios .....	35
3.5.2.-	EBAR los Puente Romano .....	36

3.5.3.-	EBAR San Roque .....	38
3.5.4.-	Medición y abono .....	39
3.6.-	SINFÍN COMPACTADOR .....	39
3.6.1.-	Características.....	39
3.6.2.-	Medición y abono .....	40
3.7.-	COMPACTADOR LAVADOR .....	40
3.7.1.-	Características.....	40
3.7.2.-	Medición y abono .....	43
3.8.-	TRITURADOR.....	43
3.8.1.-	Características.....	43
3.8.2.-	Medición y abono .....	44
3.9.-	POLIPASTOS Y EQUIPOS DE ELEVACIÓN .....	44
3.9.1.-	Polipasto giratorio de 500 Kg.....	44
3.9.2.-	Polipasto giratorio 1500 Kg.....	45
3.9.3.-	Medición y abono .....	46
3.10.-	CUCHARA BIVALVA .....	47
3.10.1.-	Características.....	47
3.10.2.-	Medición y abono .....	47
3.11.-	CONTENEDOR METÁLICO .....	47
3.11.1.-	Características.....	47
3.11.2.-	Medición y abono .....	48
3.12.-	COMPUERTAS.....	48
3.12.1.-	Características.....	48
3.12.2.-	Control de calidad.....	49
3.12.3.-	Motorización de compuerta .....	50
3.12.4.-	Medidor de posición lineal para compuertas .....	51
3.12.5.-	Motorización.....	52
3.12.6.-	Medición y abono .....	52
3.13.-	AGITADOR SUMERGIBLE .....	53
3.13.1.-	Característica .....	53
3.13.2.-	Medición y abono .....	54
3.14.-	PANTALLAS DEFLECTORAS .....	54
3.14.1.-	Características.....	54
3.14.2.-	Medición y abono .....	55
3.15.-	CLAPETA ANTIRETORNO .....	55
3.15.1.-	Características.....	55
3.15.2.-	Medición y abono .....	55
3.16.-	TAMIZ.....	55
3.16.1.-	Características.....	55
3.16.2.-	Medición y abono .....	56
3.17.-	LIMPIEZA DE TANQUES.....	56

3.17.1.- Características .....	56
3.17.2.- Medición y abono .....	57
3.18.- BOMBAS .....	58
3.18.1.- Hidráulica y funcionamiento.....	58
3.18.2.- Generalidades.....	59
3.18.3.- EBAR Los Barrios .....	61
3.18.4.- EBAR Puente Romano .....	62
3.18.5.- EBAR Guadacorte .....	64
3.18.6.- EBAR San Roque .....	66
3.18.7.- Carteya.....	67
3.18.8.- Medición y abono .....	68
3.19.- DESODORIZACIÓN EBAR .....	68
3.19.1.- Características .....	68
3.19.2.- Medición y abono .....	70
3.20.- EQUIPOS A PRESIÓN.....	71
3.20.1.- Generalidades.....	71
3.20.2.- Calderines .....	71
3.20.3.- Medición y abono .....	72
4.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS MECÁNICOS DE LA EDAR .....	73
4.1.- AIREADORES SUMERGIDOS.....	73
4.1.1.- Aireador Sumergible 1,5 kW .....	73
4.1.2.- Agitador sumergible 1,5 kw con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. ....	74
4.1.3.- Agitador mezclador sumergible horizontal 3,04 kW (zona Anóxica) .....	75
4.1.4.- Agitador mezclador sumergible horizontal 4,1 kW (zona Anóxica I y II) ...	76
4.1.5.- Agitador mezclador sumergible horizontal 2,8 kW (zona Facultativa) .....	78
4.1.6.- Agitador vertical de velocidad lenta 3 kW.....	80
4.1.7.- Agitador sumergible para homogeneización de fangos en digestor anaerobio.80	
4.1.8.- Agitador mezclador sumergible horizontal 2,3 kW .....	81
4.1.9.- Medición y abono .....	83
4.2.- BOMBAS SUMERGIBLES .....	83
4.2.1.- Bomba centrífuga sumergible Q = 50 m <sup>3</sup> /h a 10 m.c.a. ....	83
4.2.2.- Bomba sumergible para agua residual, 95 m <sup>3</sup> /h a 10 mca.....	84
4.2.1.- Bomba centrífuga sumergible Q = 15 m <sup>3</sup> /h a 7 m.c.a. Dec. Prim. ....	85
4.2.2.- Bomba centrífuga sumergible Q = 15 m <sup>3</sup> /h a 7 m.c.a. Dec. Prim. ....	87
4.2.3.- Bomba centrífuga sumergible Q = 30 m <sup>3</sup> /h a 12 m.c.a. ....	88
4.2.4.- Bomba centrífuga sumergible Q = 490 m <sup>3</sup> /h a 3 m.c.a. ....	89
4.2.5.- Medición y abono .....	90
4.3.- BOMBAS TORNILLO HORIZONTAL .....	90
4.3.1.- Bomba helicoidal para purga de fangos primarios.....	90
4.3.2.- Bomba helicoidal para purga de fangos Q <sub>max</sub> =25 m <sup>3</sup> /h a 15 mca .....	91
4.3.3.- Bomba helicoidal de fangos Q 3.4 m <sup>3</sup> /h a 120 mca .....	92

4.3.4.-	Bomba helicoidal fangos Q= 12m <sup>3</sup> /h 6 mca .....	94
4.3.5.-	Bomba helicoidal para fangos Q = 5,5 m <sup>3</sup> /h a 120 mca.....	95
4.3.6.-	Bomba helicoidal para dosificación de polielectrolito 200 – 790 l/h .....	97
4.3.7.-	Bomba helicoidal para dosificación de polielectrolito 1165 l/h .....	98
4.3.8.-	Medición y abono .....	99
4.4.-	BOMBA DE HELICE HORIZONTAL.....	100
4.4.1.-	Bomba de hélice totalmente sumergible Q= 1.211 m <sup>3</sup> /h a 1 m.c.a .....	100
4.4.2.-	Bomba de hélice totalmente sumergible Q= 420 m <sup>3</sup> /h a 1 m.c.a .....	101
4.4.1.-	Medición y abono .....	102
4.5.-	BOMBAS DOSIFICADORAS.....	103
4.5.1.-	Bomba dosificadora de membrana de caudal regulable entre 83 y 9 L/H... ..	103
4.5.2.-	Medición y abono .....	103
4.6.-	EQUIPO RECEPCIÓN DE FOSAS SÉPTICAS.....	103
4.6.1.-	Tolva de descarga de camiones chupona de fosas sépticas .....	103
4.6.2.-	Tamiz a tambor rotativo para fosas sépticas.....	104
4.6.3.-	Lavador compactador de sólidos .....	105
4.6.4.-	Medición y abono .....	106
4.7.-	PARRILLAS DIFUSORES .....	106
4.7.1.-	Parrillas Zona Facultativa del Reactor Biológico.....	106
4.7.2.-	Parrillas zona óxica 1 del reactor biológico.....	107
4.7.3.-	Parrillas zona óxica 2 del reactor biológico.....	109
4.7.4.-	Parrillas zona óxica 2 del reactor biológico.....	110
4.7.5.-	Medición y abono .....	111
4.8.-	SOPLANTES.....	111
4.8.1.-	Soplante de levitación magnética Q 4.962 Nm <sup>3</sup> /h 103 kW.....	111
4.8.1.-	Soplante de canal lateral Q 210 Nm <sup>3</sup> /h 3Kw .....	113
4.8.1.-	Soplante de canal lateral Q 75 Nm <sup>3</sup> /h 3Kw .....	113
4.8.2.-	Medición y abono .....	114
4.9.-	FILTROS TRATAMIENTO TERCIARIO .....	114
4.9.1.-	Medición y abono .....	115
4.10.-	CANALES ULTRAVIOLETA.....	116
4.10.1.-	Medición y abono .....	117
4.11.-	EQUIPO DE FILTRACIÓN ULTRAVIOLETA EN TUBERÍA.....	117
4.11.1.-	Características.....	117
4.11.2.-	Medición y abono .....	117
4.12.-	ESPEADOR ROTATIVO DE FANGOS .....	117
4.12.1.-	Medición y abono .....	119
4.13.-	CENTRIFUGAS .....	119
4.13.1.-	Centrifuga Predeshidratación 25 m <sup>3</sup> /h - 882 kg DS/h.....	119
4.13.2.-	Centrifuga Postdeshidratación 25 m <sup>3</sup> /h - 1 467 kg DS/h .....	120
4.13.3.-	Medición y abono .....	121
4.14.-	DEPOSITOS REACTIVOS.....	121

4.14.1.- Depósitos vertical de doble pared fabricado en P.R.F.V de 7 m <sup>3</sup> .....	121
4.14.2.- Depósitos vertical de doble pared fabricado en P.R.F.V de 5 m <sup>3</sup> .....	122
4.14.3.- Medición y abono .....	123
4.15.- DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS .....	123
4.15.1.- Equipo de preparación y dosificación de poli. 550 l/h.....	123
4.15.2.- Equipo de preparación y dosificación de poli. 3.000 l/h.....	126
4.15.3.- Medición y abono .....	127
4.16.- HIDROLISIS TERMICA.....	128
4.16.1.- DESCRIPCION DEL PROCESO.....	128
4.16.2.- REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA DE HIDROLISIS TERMICA.....	129
4.16.3.- THP B2-3:.....	130
4.16.4.- Process Gas Unit (PGU): .....	131
4.16.5.- Caldera de vapor mixta: .....	132
4.16.6.- Enfriador del digestor: .....	133
4.16.7.- Bombas de alimentación a la hidrólisis – elementos sueltos: .....	133
4.16.8.- Medición y abono .....	133
4.17.- INTERCAMBIADOR DE CALOR .....	134
4.17.1.- Características .....	134
4.17.2.- Medición y abono .....	135
4.18.- CALDERERIA.....	135
4.18.1.- Tamiz de escalera ABS, DS 21x130x3mm AISI-316.....	135
4.18.2.- Tornillo compactador, de la siguientes características.....	135
4.18.3.- Puente Desarenador Desengrasador A= 4,1 m L: 19,4 m.....	136
4.18.4.- Puente móvil para canal desarenador de las siguientes características .....	136
4.18.5.- Puente móvil para decantador circular de tracción periférica Ø 29 m. ....	137
4.18.6.- Clasificador de arenas 91 m <sup>3</sup> /h, de las siguientes características: .....	137
4.18.7.- Mecanismo barredor de tracción central espesador primario,.....	139
4.18.8.- Tamiz de aliviadero para aguas residuales urbanas más las de la lluvia. ....	140
4.18.9.- Canal doble vertedero de 5,5 m construido en acero inoxidable. ....	141
4.18.10.- Filtro de malla de limpieza automática .....	141
4.18.11.- Medición y abono .....	142
4.19.- COMPUERTAS .....	142
4.19.1.- Compuerta automática de canal 2 x 1,5. ....	142
4.19.2.- Compuerta automática mural 1,2 x 1,5.....	143
4.19.3.- Compuerta automática mural 0,3 x 1,2.....	144
4.19.4.- Compuerta mural 0,3 x 0,5.....	144
4.19.5.- Compuerta automática canal 1,3 x 0,5.....	145
4.19.6.- Compuerta automática canal 1 x 0,5.....	145
4.19.7.- Compuerta automática mural 0,8 x 0,8.....	146
4.19.8.- Compuerta automática mural 0,8 x 0,8.....	147
4.19.9.- Compuerta regulación canal 1,4 x 0,3.....	147
4.19.10.- Compuerta automática mural 0,6 x 0,6.....	148
4.19.11.- Compuerta automática mural 0,9 x 0,9.....	148

4.19.12.- Compuerta automática Mural 0,9x 0,9 .....	149
4.19.13.- Compuerta automática mural 0,8 x 0,6.....	149
4.19.14.- Compuerta automática canal 0,82 x 1,4.....	150
4.19.15.- Compuerta automática canal 0,82 x 0,8.....	151
4.19.16.- Compuerta automática mural 0,6 x 0,6.....	151
4.19.17.- Medición y abono .....	152
4.20.- TOLVA Y SILO .....	152
4.20.1.- Tolva de almacenamiento de fangos 20 m3. ....	152
4.20.2.- Tolva de almacenamiento de fangos 150 m3. ....	154
4.20.3.- Medición y abono .....	155
4.21.- DESODORIZACIÓN .....	155
4.21.1.- Sistema tratamiento biotrickling de olores 17.000 m3/h .....	155
4.21.2.- Sistema tratamiento biotrickling de olores 8.000 m <sup>3</sup> /h.....	157
4.21.1.- Sistema tratamiento biotrickling de olores 6.000 m3/h.....	159
4.21.2.- Sistema tratamiento adsorción química de olores 2.500 m <sup>3</sup> /h.....	161
4.21.3.- Medición y abono .....	162
4.22.- SISTEMA COMPLETO DE SECADO Y LIMPIEZA DEL BIOGÁS Q= 215NM3/H162	
4.22.1.- Medición y abono .....	163
4.23.- GASOMETRO.....	163
4.23.1.- Medición y abono .....	164
4.24.- ANTORCHA 430 NM3/H.....	164
4.24.1.- Medición y abono .....	165
4.25.- CALDERA PIROTUBULAR 240 KW .....	165
4.25.1.- Medición y abono .....	166
4.26.- POTE DE CONDENSADOS.....	166
4.26.1.- Características.....	166
4.26.2.- Medición y abono .....	167
4.27.- MODULO DE COGENERACIÓN DE BIOGAS .....	167
4.27.1.- Equipo cogeneración .....	168
4.27.2.- Control.....	175
4.27.3.- 2.3 Aerorefrigeradores.....	176
4.27.4.- Medición y abono .....	182
4.28.- VARIOS.....	183
4.28.1.- Cubierta desarenador .....	183
4.28.2.- Cubierta decantación primaria.....	183
4.28.3.- Interruptor de nivel tipo boya .....	184
4.28.4.- Válvula de guillotina Motorizada DN 700 mm. ....	184
4.28.5.- Válvula de guillotina Motorizada DN 500 mm. ....	184
4.28.6.- Medición y abono .....	185

## 1.- CONDICIONES GENERALES

Se tratará en este capítulo de cumplimentar una serie de normas y calidades mínimas que se exigirán a los distintos equipos e instalaciones que constituyen los incluidos dentro del presente Proyecto.

Se indicará, asimismo, la forma en que se efectuará la medición y abono por aplicación de los precios de los distintos equipos e instalaciones, que son introducidos en el Cuadro de Precios N° 1.

La inspección de la fabricación de los elementos metálicos e instalaciones eléctricas y su montaje, podrá ser realizada por una Entidad de Certificación y Control legalmente reconocida, siguiendo las directrices de la Dirección de Obra.

### 1.1.- CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño de los equipos quedan definidos en el Documento n° 1 y en el Documento n° 4 del presente proyecto.

### 1.2.- DOCUMENTACIÓN EXIGIBLE

El Contratista, para cada equipo definido en este Capítulo, deberá presentar tres proposiciones de diferentes casas especializadas, para que la Dirección de Obra pueda escoger la más conveniente, respetando siempre los precios definidos en el Cuadro de Precios N° 1.

Como mínimo cada proposición reunirá la siguiente documentación:

- Plano conjunto del equipo.
- Plano de detalle.
- Materiales que componen cada equipo, vida media y características técnicas.
- Documentación complementaria suficiente para que la Dirección de Obra pueda tener la información necesaria para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Normas de diseño.
- Manifestación expresa de que las instalaciones propuestas cumplen con todos los reglamentos vigentes que pudieran afectarles, así como las normas e indicaciones particulares de la Delegación de Industria correspondiente, y las indicadas en estas Prescripciones.
- Marcas, modelos y tipos, completamente definidos, de todos los materiales presupuestados.

Una vez elegida una proposición de una empresa especializada, el Contratista realizará el Proyecto de Ingeniería de todos los equipos, que: será completo para todos ellos, cumplirá en su totalidad las Especificaciones Técnicas, será realizado de acuerdo con las Normas incluidas en las Especificaciones Técnicas, e incluirá la revisión y aprobación de los planos constructivos.

El Proyecto de Ingeniería contendrá como mínimo los siguientes documentos:

- Plano de conjunto del equipo.
- Plano de detalle.
- Plano de despiece por grupos.
- Documentación complementaria suficiente para que la Dirección de Obra pueda tener la información necesaria para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Materiales que componen cada elemento del equipo, vida media y, al menos las siguientes características técnicas:



- Cálculos justificativos.
- Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado.
- Normas para el mantenimiento preventivo de cada elemento.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuáles de ellas deben realizarse en banco y cuáles en obra. Para las primeras deberá avisarse a la Dirección de Obra con quince días (15 días) de anticipación a la fecha de pruebas.
- La Dirección de Obra o la Entidad de Certificación y Control que designe, podrán asistir a las pruebas, contando para ello con todas las facilidades para el acceso a las instalaciones y a la inspección de las pruebas, sin que ello pueda suponer sobre coste alguno.
- Manifestación expresa de que las instalaciones propuestas cumplen todos los reglamentos vigentes que pudieran afectarles.
- Marcas, modelos y tipos, completamente definidos, de todos los materiales presupuestados.
- Protocolo de pruebas. Estará formado por el conjunto de normas que para los diferentes equipos presente el Contratista y será utilizado para la comprobación de los equipos a la recepción.

Se dará preferencia a las normas españolas UNE y en su defecto a las internacionales ISO. Si El Contratista presentase un equipo cuyas pruebas a realizar no estén contenidas en ninguna de las normas antes citadas, deberá presentar la norma extranjera por él propuesta, acompañada de la correspondiente traducción al español.

En caso de que las pruebas propuestas por El Contratista no se ajusten a ninguna norma oficial y deban desarrollarse éstas bajo condiciones particulares, El Contratista está obligado a prestar cuanta información complementaria estime conveniente la Dirección de Obra, quien podrá rechazar el equipo propuesto si, a su juicio, dicho programa de pruebas no ofrece garantías suficientes.

Instrucción de conjunto para el manejo y conservación de la totalidad del equipo, incluyendo una descripción de todos los mecanismos y accesorios.

El Contratista distribuirá y remitirá a LA ADMINISTRACIÓN todos los planos y revisiones de los mismos.

### **1.3.- GARANTÍAS**

Todos los suministros tendrán garantía de al menos 12 meses desde la puesta en funcionamiento y aprobación de la instalación, pudiéndose exigir 24 meses según el tipo de producto. El Contratista establecerá su garantía sobre la totalidad del suministro. Esta garantía se manifestará a través de los siguientes aspectos:

- El Contratista realizará el proyecto de Ingeniería de los equipos y facilitará a sus asociados (caso de haberlos) los datos para la realización de los distintos componentes de los equipos. La Ingeniería del Contratista:
  - Será completa para todos los equipos.
  - Cumplirá en su totalidad las Especificaciones Técnicas.
  - Será realizada de acuerdo con las normas de las Especificaciones Técnicas correspondientes.
  - Incluirá la revisión y aprobación de los posibles planos constructivos de sus asociados.

- Toda la ingeniería, proyectos y dibujos de los equipos especificados, será considerada por la Dirección de Obra como realizada exclusivamente por el Contratista y del no cumplimiento de lo indicado será éste el único responsable.
- El Contratista será el único responsable de la construcción de la totalidad de los equipos, de acuerdo con los proyectos por él realizados. Deberá efectuar un control de calidad de todos los materiales que compondrán los equipos, realizando ensayos mecánicos, químicos y pruebas no destructivas, por Laboratorio oficial o por Laboratorio no oficial de reconocida solvencia y elegido por la Dirección de Obra.
- El Contratista será el único responsable del suministro del equipo, bajo los siguientes aspectos:
  - Deberá entregar la totalidad de los equipos descritos en las Especificaciones Técnicas del Contratista y aceptados por la Dirección de Obra.
  - Realizará todas las entregas de acuerdo con el programa establecido por él y la Dirección de Obra.
  - Durante el período de garantía, El Contratista reparará o cambiará cualquier parte defectuosa aparecida en la operación o pruebas de los equipos. Todos los gastos de personal, materiales y de medios, serán a su cargo.
  - Si durante el período de pruebas y primera época de la operación del equipo se comprobase que el equipo o parte del mismo no cumple las características especificadas por LA ADMINISTRACIÓN y garantizadas por El Contratista en su oferta, éste procederá a la mayor urgencia posible a las necesarias reparaciones o modificaciones del equipo para alcanzar los valores deseados, con todos los gastos de personal, materiales y medios, a su cargo.

#### **1.4.- DOCUMENTACIÓN**

El Contratista distribuirá y remitirá a la Dirección de Obra todos los planos y revisiones de los mismos.

Todos los planos del Contratista serán comprobados y aprobados por la Dirección de Obra. El fabricante del equipo no está autorizado a la fabricación del mismo sin disponer de esta aprobación. Esta aprobación es para el diseño general únicamente y no eximirá al Contratista de su responsabilidad en lo referente a su suficiencia de detalle, diseño y previsión de cálculos.

Los comentarios de la Dirección de Obra respecto a la aprobación de los planos irán inscritos en cada uno de los y una (1) copia será devuelta al Contratista con la correspondiente calificación. Las posibles calificaciones dadas serán:

*Aprobado.* Indica que el plano ha sido comprobado y es aprobado con excepción de los comentarios especificados apuntados en el mismo. El Contratista puede iniciar la fabricación del equipo de acuerdo con los comentarios apuntados y revisar los planos para recoger de forma definitiva los comentarios y remitirlos de nuevo para su aprobación final.

*Aprobado excepto notas.* Indica que el plano ha sido comprobado y no está aprobado. El Contratista ha de revisar los planos y remitirlos de nuevo para su aprobación final. La fabricación del equipo no está autorizada y queda pendiente de futura aprobación.

*Se devuelve para corregir y agregar información.* Indica que el plano ha sido comprobado y no está aprobado. El Contratista ha de revisar los planos y remitirlos de nuevo para su aprobación final. La fabricación del equipo no está autorizada y queda pendiente de futura aprobación.

La aprobación por parte de la Dirección de Obra no releva al Contratista de su responsabilidad sobre el dimensionado y buen funcionamiento del equipo.

### **1.5.- MANUAL DE INSTRUCCIONES**

El Contratista entregará un mínimo de dos (2) copias de los Manuales de Instrucciones de los equipos suministrados.

El contenido del Manual de Instrucciones será, como mínimo, el siguiente:

- Descripción del equipo. Características.
- Composición y características de los materiales. Principios de operación.
- Instrucciones de operación.
- Gradientes máximos, limitaciones y funcionamiento en condiciones distintas de las normales. Puntos de tarado.
- Lista de componentes o de despiece, con números de identificación, dibujos de referencia, nombre y características de la pieza (dimensiones, materiales, etc.).
- Instrucciones de recepción, almacenamiento, manejo y desembalaje del equipo.
- Instrucciones de montaje y desmontaje: tolerancias. Instrucciones de mantenimiento.
- Pruebas y controles periódicos.
- Lista de repuestos.
- Los Manuales de Instrucciones deberán estar íntegramente redactados en español.

### **1.6.- PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS EQUIPOS**

La Dirección de Obra, realizará por sí u ordenará la realización de cuantas pruebas y ensayos estime necesario dentro de lo establecido en las presentes Prescripciones Técnicas.

Todos los gastos de pruebas y ensayos, tanto los realizados en obra como los que se lleven a cabo por laboratorios oficiales o firmas especializadas, serán de cuenta del Contratista, es decir, se entienden que están comprendidos en los precios unitarios de la unidad de obra a que correspondan, siempre que no superen el 1% del presupuesto total de la obra.

La inspección y control de los ensayos podrá ser realizada por una Entidad de Certificación y Control, legalmente reconocida, sin que ello suponga sobrecoste alguno para LA ADMINISTRACIÓN.

Las pruebas y ensayos a que se hace referencia en las presentes Prescripciones, se entienden independientes de aquellas que preceptivamente se exigen o realizan por medio de Organismos Oficiales.

Ningún equipo o material puede ser autorizado para envío sin las correspondientes autorizaciones de la Dirección de Obra. En aquellos equipos que requieran inspecciones intermedias antes de la finalización del mismo, se efectuará una reunión con El Contratista para determinar el programa y la extensión de la inspección a ser realizada.

Dentro de las pruebas, quedarán definidas las que han de desarrollarse durante la construcción del equipo, en bancos; al recibirse el mencionado equipo y una vez montado éste, y las correspondientes a la instalación, o parte de la misma, a que pertenezca.

#### **1.6.1.- Pruebas de puesta en marcha**

Inmediatamente después de terminado el montaje, se realizarán pruebas de funcionamiento en vacío de todos los mecanismos de accionamiento de los equipos y protecciones eléctricas.

#### **1.6.2.- Referencias, certificados y garantías**

Cada lote suministradas por el fabricante, deberá ser remitido junto con una ficha técnica en la que se haga referencia a las características de diseño, materiales, dimensionales, de protecciones, de

fabricación, de expedición, durabilidad, garantía y otros. Las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote deberán ser en cuanto a fabricación:

- Código de identificación del lote de fabricación.
- Fabricante y modelo de la válvula.
- Fecha, de fabricación.
- Nº de pedido.
- Fecha de expedición.

## **1.7.- RUIDOS DE LOS EQUIPOS**

### **1.7.1.- Requisitos exigidos al suministrador**

Todos los materiales, equipos e instalaciones que se sitúen en la instalación, deberán haber sido sometidos a un estudio sobre el nivel de ruidos que producen. No se considerará como aceptable el material o equipo que no haya pasado el estudio indicado anteriormente.

En primer lugar, El Contratista enviará a la Dirección de Obra y para cada equipo, una "HOJA DE DATOS", donde se indicarán los niveles de presión sonora permitidos por la Dirección de Obra, los niveles garantizados por el Contratista en las posiciones de medida y los niveles garantizados por el vendedor cuando es necesario el empleo de diseños especiales o tratamientos acústicos. Este dato se cumplimentará siempre que los niveles garantizados por el Contratista sean superiores a los permitidos por la Dirección de Obra.

Los niveles garantizados por El Contratista serán los obtenidos mediante lecturas de nivel sonoro, realizadas en taller, alrededor de equipos iguales y funcionando en las condiciones de operación requeridas.

En el caso de que sea preciso ofertar un diseño especial o disponer de un tratamiento acústico adicional, para garantizar los niveles requeridos, se describirán detalladamente, todas las modificaciones introducidas en el diseño o las características del tratamiento acústico requerido. Estas modificaciones no podrán suponer desviación alguna en el cumplimiento de otras especificaciones del proyecto sin contar con la autorización expresa de la Dirección de Obra.

Se realizarán lecturas del nivel de ruidos en el taller de fabricación y con el equipo instalado. Si durante las inspecciones se comprobara que los niveles de ruido producidos exceden a los garantizados, El Contratista reparará las deficiencias que originan los niveles en exceso, sin que la Dirección de Obra tenga que abonar gasto alguno por este concepto.

### **1.7.2.- Características de los dispositivos de insonorización**

Todos los equipos de insonorización se diseñarán para una duración igual a la vida prevista para dicho equipo. Irán provistos de una protección adecuada contra la corrosión. Las partes internas que sean metálicas se construirán con materiales resistentes a la corrosión.

Los recubrimientos acústicos se construirán a prueba de roedores, serán no inflamables y no higroscópicos. Se protegerán adecuadamente contra la lluvia, nieve y calor.

Todo cerramiento acústico dispondrá de una ventilación adecuada. Las aperturas serán minimizadas para que las pérdidas en la atenuación no afecten de forma significativa al valor del aislamiento requerido para el cerramiento. Los accesos de tuberías y tomas para instrumentos se diseñarán convenientemente para evitar al máximo problemas de montaje, operación y mantenimiento.

## **1.8.- ACCESOS A LOS TALLERES DEL CONTRATISTA O SUS ASOCIADOS**

La Dirección de las Obras o un tercero, que ella designe, tendrá, en todo momento, libre acceso a los talleres del Contratista y sus asociados, con objeto de poder inspeccionar el estado y calidad de la fabricación de los materiales empleados, para lo cual dispondrá de los protocolos de ensayo.

## **2.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS DE LA AGRUPACIÓN DE VERTIDOS**

En el presente apartado se definen las especificaciones técnicas particulares de equipos de las estaciones de bombeo, impulsiones y tanques de tormentas definidos en la agrupación de vertidos.

### **2.1.- ACABADOS DE LOS EQUIPOS**

#### **Definición**

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer los requisitos técnicos necesarios para el tratamiento y pintado de depósitos, estructuras, tuberías, soportes, accesorios y cuadros eléctricos, construidos total o parcialmente con perfiles, chapas o tuberías en acero al carbono, así como elementos de fundición.

#### **2.1.1.- Preparación de superficies**

##### *1.- Limpieza*

Las grasas, aceites, suciedad y humedad deberán ser eliminados con paños o cepillos humedecidos en disolventes.

Todas las salpicaduras de soldadura, los cantos vivos y los defectos de laminación serán eliminados con muelas u otras herramientas adecuadas.

Eliminación de óxido.

##### *2.- Chorreado*

Todas las superficies de acero que posteriormente deban ser pintadas se prepararán mediante limpieza por chorreado abrasivo. El proceso se regirá por la Norma UNE-EN ISO 8501-1:2008 y se conseguirá un chorreado abrasivo “a metal casi blanco”, correspondiendo a un grado SA 2 ½ según dicha norma.

##### *3.- Limpieza de la superficie chorreada*

Inmediatamente después de finalizado el chorreado, se eliminará toda la granalla, polvo y suciedad de la zona a pintar, utilizando aire comprimido, seco y exento de grasa.

#### Condiciones ambientales

Al trabajar en el exterior, no se podrá aplicar ninguna imprimación en condiciones meteorológicas adversas: lluvia, niebla o condensación y rayos solares directos.

Se deberán observar, siempre los siguientes parámetros ambientales:

- La superficie a pintar esté, como mínimo, 3 °C por encima del punto de rocío.
- La humedad relativa máxima permitida para el pintado no supere, en ningún caso, el 80 %.
- Temperatura ambiente superior a 5 °C e inferior a 50 °C.
- Temperaturas superiores a 0 °C en el proceso de secado de la imprimación.

#### Galvanización en caliente

La galvanización en caliente se regirá y deberá cumplir con las condiciones especificadas en la UNE-EN ISO 1461:2010 “*Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo*” y la UNE-EN ISO 10684:2006 “*Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente*”.

#### Pinturas para protección de superficies metálicas

Será de aplicación los sistemas de pintura recogidos en la Norma UNE-EN 12944-5:2018 “*Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 5: Sistemas de pintura protectores*”, considerando ambientes clasificados como C5-I y durabilidades de pintura altas (H).

Como mínimo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las superficies metálicas sometidas a inmersión continua en agua o enterradas, se tratarán mediante tres capas de recubrimiento de pintura negra alquitrán-epoxi, de ciento veinte y cinco micras (125 µm) de espesor cada una.
- Las superficies metálicas no sumergidas expuestas en atmosferas industriales o en exteriores (componentes aéreos), se tratarán mediante aplicación de una pintura de imprimación, silicato de zinc, con un espesor de sesenta y cinco micras (65 µm) de película seca, una capa intermedia de pintura, epoxi-poliamida, con un espesor de setenta y cinco micras (75 µm) de película seca y una pintura de acabado, poliuretano alifático, con un espesor de cincuenta micras (50 µm) de película seca.

#### Maquinaria en general

Con carácter general deberán cumplir con lo especificado en los apartados de preparación superficies y aplicación de pintura, mencionados anteriormente. Los ensayos de adherencia deberán ser realizados de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 2409:2013 “*Pinturas y barnices. Ensayo de corte con enrejado*”.

#### Soldaduras

Las soldaduras a acometer durante la ejecución de las obras se realizarán por arco. En el Proyecto deberá especificarse el tipo de electrodo a utilizar según la Norma UNE-EN ISO 15607:2004 “*Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Reglas generales*”.

El Adjudicatario presentará a la Dirección de Obra los planos de detalle de todas las soldaduras, indicando su localización, tipo, tamaños y extensión. Además, en los planos deberán distinguirse las soldaduras que se harán en taller de las que se harán en obra.

Los planos deberán indicar con símbolos de soldadura o esquemas, los detalles de las juntas soldadas y la preparación necesaria del metal base. Las juntas o grupo de juntas en las cuales el orden consecutivo o la técnica del soldeo son especialmente importantes, se deben controlar cuidadosamente para reducir al mínimo los esfuerzos y distorsión causados por el acortamiento al enfriarse.

La capacitación profesional de los operarios que realicen los trabajos de soldeo deberá ser acreditada según la Norma UNE-EN ISO 9606-1:2017 “*Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: Aceros*” o Código ASME Sección IX - Soldadura: *Desarrollo y calificación de Procedimientos y Soldadores*.

Antes de proceder a la aplicación de pintura sobre la superficie previamente chorreada, se deberán inspeccionar los siguientes puntos:

- Grado de rugosidad de anclaje.
- Punto de rocío.
- Temperatura de 3° C, por encima del punto de rocío.
- Humedad relativa.
- Grado de limpieza, según patrones SIS 05.59.00.

Después de la aplicación de la pintura, se comprobarán los siguientes puntos:

- Ausencia de cuarteos.
- Comprobación de espesores de pintura seca.
- Adherencia.

### **3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS MECÁNICOS. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS**

#### **3.1.- COLECTORES**

##### **3.1.1.- Características**

La definición de las características particulares de las tuberías se definen en el PPTP de la obra civil.

Los materiales de fabricación de las tuberías utilizadas son:

- Acero inoxidable AISI 316L.
- Polietileno de baja y alta densidad.

Los tipos de tubería y accesorios a utilizar serán:

- Tubería de acero sin soldadura DIN-2448
- Tuberías de acero soldadas DIN 2458
- Curvas DIN 2605 y DIN 2606
- Bridas planas DIN 2576 y DIN 2502
- TéS DIN 2615
- Reducciones DIN 2616
- Entronques DIN 2619

En el diseño de tuberías, debe evitarse en lo posible la instalación de juntas de desmontaje o dilatación. Todas las uniones de tubería con bombas, soplantes, válvulas o pasamuros, se realizarán mediante bridas. Para permitir la dilatación de tuberías y para facilitar el desmontaje de válvulas o tramos de tubería, se dispondrán secciones de tubería en ángulo. Para evitar vibraciones, se dispondrán los soportes necesarios, de manera que se permita libertad de movimiento en el sentido longitudinal de las tuberías.

No se permitirán puntos altos en las impulsiones y se evitarán las conexiones a colectores por su parte inferior.

Las tuberías deben construirse en fábrica, debiendo realizarse en obra el menor número posible de presentaciones. En obra, se puntearán las uniones que fueran necesarias llevándolas posteriormente a fábrica para la realización de las soldaduras.

Si el pH de las aguas es inferior a 7, la protección de las tuberías de acero se realizará después del chorreado previo según la "Swedish Standards" grado SA 2 ½ una capa de pintura epoxi de dos componentes con elevado contenido en polvo de zinc de un espesor mínimo de 30 micras, una capa de pintura epoxi de dos componentes curada con poliamida de un mínimo de 100 micras de espesor y una última capa de esmalte de poliuretano brillante de dos componentes a base de isocianato alifático y acrilato de 35 micras de espesor.

Si el pH, es superior a 7, La protección de las tuberías y soportes, será como mínimo mediante galvanizado en caliente.

En ambos casos, no se permitirá ninguna operación de soldadura o mecanizado después de pintadas o galvanizadas.

##### **3.1.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

### 3.2.- VALVULERÍA

#### 3.2.1.- Características generales

Los elementos de maniobra y control o válvulas deberán cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento, así como los métodos de evaluación de la conformidad, especificados para las mismas por las normas:

UNE-EN 736 “Válvulas. Terminología”.

UNE-EN 1074 “Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados”.

En las válvulas, la denominación DN hará referencia al diámetro interior de la sección de paso a la misma, en la zona de su conexión con la conducción, independientemente de que, en su interior, pueda tener partes o conductos de un diámetro diferente.

Además, la presión nominal (PN) será igual o superior a la presión de diseño (DP) de la conducción que pueda alcanzarse en el emplazamiento de la válvula.

Los materiales de los distintos elementos de las válvulas cumplirán las siguientes Normas:

Acero	UNE-EN ISO 898-1:2015	“Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino (ISO 898-1:2009)”.
	UNE-EN 10025-2:2006	“Productos laminados en caliente de acero para estructuras”.
	UNE-EN 10028-1:2017	“Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 1: Prescripciones generales”.
	UNE-EN 10028-2:2017	“Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 2: Aceros no aleados y aleados con propiedades especificadas a altas temperaturas”.
Acero inoxidable:	UNE-EN 10088-1:2015	“Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables”.
Fundición dúctil:	UNE-EN 1563:2012	“Fundición. Fundición de grafito esferoidal”.
Aleaciones de cobre:	UNE-EN 1412:2017	“Cobre y aleaciones de cobre. Sistema europeo de designación numérica”.
	UNE-EN 1982:2018	“Cobre y aleaciones de cobre. Lingotes y piezas fundidas”.
	UNE-EN 12165:2017	“Cobre y aleaciones de cobre. Semiproductos para forja”.
Juntas elastoméricas:	UNE-EN 681-1:1996	“Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado”.

La calidad de los distintos materiales de los componentes de las válvulas deberá ser al menos, la indicada a continuación:



Acero:	8.8
Acero inoxidable:	1.4021, 1.4057, 1.4301, 1.4306, 1.4401, 1.4404, 1.4435, 1.4436
Acero al carbono:	S275JR
Fundición nodular:	GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7
Fundición gris:	EN-GJL-250
Bronce:	CC499K
Latón:	CW603N
	CW602N, CW614N, CW 617N, CW 713R
Elastómeros:	EPDM WA DUREZA 60 70
	NBR

Para otros materiales o calidades distintos de los detallados anteriormente se especificará la normativa y calidad mínima exigible.

Los elementos metálicos constituidos de las válvulas deberán contar con una protección anticorrosión interior y exterior a base de una o varias capas de resina epoxi-poliamida o vitrocerámico.

La estanqueidad entre los distintos elementos que componen las válvulas se llevará cabo mediante la interposición de una o varias juntas elastoméricas.

Deberán disponerse de los correspondientes macizos de anclaje de hormigón armado en todos los componentes sometidos a empujes por efecto de la presión, asegurando la inmovilidad de los mismos.

### **3.2.2.- Válvulas de compuerta**

#### **3.2.2.1.- Descripción**

Se refiere este artículo a las válvulas de compuerta a instalar. Las válvulas de compuerta funcionarán en dos posiciones básicas: abierta o cerrada. Las posiciones intermedias adquieren un carácter de provisionalidad. Las válvulas de compuerta se utilizarán en diámetros pequeños y siempre que no deban actuar con apertura parcial. Así mismo se pueden utilizar como válvulas adicionales de seguridad en paralelo con otra de otro tipo y en instalaciones que requieran paso total.

Los diámetros nominales se ajustarán a la Norma Une 19.003 y las presiones nominales se definirán conforme a la Norma Une 19.002.

El enlace de las válvulas con la tubería en que van instaladas será mediante bridas, debiendo cumplir lo especificado en las Normas Une 19.152 a 19.155 ambas inclusive y la 19.159.

Las válvulas de compuerta, responderán a la norma UNE-EN-593, serán de bridas, dispondrán de husillo estacionario de acero inoxidable ST-1.4021 con cantos romos, tuerca de latón, compuerta de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7, vulcanizada con goma tipo EDPM (etileno-propileno) con cierre estanco y elástico, cuerpo y tapa de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7, según norma UNE-EN -1563 o similar, con superficies de paso lisas y estanqueidad garantizada a base de juntas de tipo NBR (caucho-nitrílico).

Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

La presión de servicio de las válvulas será de dieciséis atmósferas (16 atm.), debiendo probarse por ambos lados, así como con la compuerta levantada en zanja a dieciséis kilogramos por centímetro cuadrado (16 kg/cm<sup>2</sup>).

Las características de las válvulas para montaje con bridas serán las indicadas en el cuadro siguiente:

VÁLVULAS DE BRIDAS					
VÁLVULAS		BRIDAS (EN-1092)		TALADROS	
DIÁMETRO	PESO MÍN.	DIÁMETRO	LONGITUD ENTRE BRIDAS	DIÁMETRO CÍRCULO	NÚMERO/ DIÁMETRO
(mm.)	(kg.)	(mm.)	(mm.)	(mm.)	(#)/(mm)
100	21,5	220	190	180	8/19
125	27,5	250	200	210	8/19
150	35	285	210	240	8/23
200	57	340	230	295	12 /23
250	92	400	250	355	12/28
300	130	455	270	410	12 /28

Las bridas responderán a la Norma EN-1092-2 y los tornillos de la misma serán de acero inoxidable.

Las válvulas de compuerta estarán protegidas interior y exteriormente con resina epoxi adecuada para agua potable, en polvo, aplicada electrostáticamente en una sola capa y con un espesor mínimo en las partes esenciales de 250 micras, según DIN 30677 parte 2 apartado 4.2.1. (Tabla 1), admitiéndose un mínimo de 150 micras en las partes indicadas en la misma norma y apartado. Para la buena aplicación y adherencia del tratamiento al soporte, la superficie de la válvula habrá de estar limpia de impurezas de toda clase como suciedad, aceite, grasa, exudación y humedad y se granallará como mínimo al grado Sa 2 1/2 como se define en la norma UNE-EN-8501.

La unión del cuerpo y la tapa deberá realizarse sin tornillo o con tornillos embutidos y protegidos de la humedad, de acero inoxidable St 8,8 DIN 912 de cabeza hueca; preferiblemente el sistema de deslizamiento de la compuerta por el cuerpo de la válvula se realizará sin guías macho en éste, de modo que tampoco existan las correspondientes guías hembra en la compuerta.

La colocación se efectuará sobre un macizo de hormigón tipo HM-15 al que se anclarán mediante redondo de acero especial galvanizado de diez milímetros (10 mm) de diámetro o mediante algún otro sistema similar que asegure su estabilidad en servicio.

Las válvulas deberán ser sometidas a las siguientes pruebas:

- Medida del espesor de las capas de resina epoxi.
- Control de no porosidad a una corriente continua de 1.000 V.
- Control de resistencia a golpes con una energía de 5 Nm con granalla de 25 mm de diámetro y de continuidad del revestimiento.
- Control de adherencia mediante sello pegado y máquina de pruebas a tracción a 8 N/mm<sup>2</sup>.
- Pruebas de estanqueidad con compuerta abierta a 24 atm. de presión.
- Pruebas de presión con compuerta cerrada por ambos lados a 17,6 atm. de presión.

La válvula de compuerta de diseño habitual es la de accionamiento por giro roscado único. Los elementos principales de las válvulas de compuerta son: cuerpo, tapa, obturador, eje, tuerca, enlace a la conducción, juntas de estanqueidad, y dispositivo de accionamiento externo. Elementos de que consta:

- *Cuerpo*: Es la parte de la válvula que proporciona la continuidad de la conducción, uniéndose a ésta por dos elementos de enlace.
- *Tapa*: El cuerpo está abierto por su parte superior por donde se cubre con la tapa. Esta se une a aquel posteriormente a la instalación del obturador.

- *Obturador*: Es el elemento que en su movimiento ascendente-descendente permite o impide el paso del fluido. Debe ser guiado por el eje y por una superficie adecuada del cuerpo, al que se ha de amoldar para el cierre.
- *Guiado*: Se puede realizar mediante machihembrado del cuerpo y el obturador o por simple apoyo de éste en aquél en una superficie preparada por diseño para esto, debiendo contar con un cierto basculamiento.
- *Cierre*: Se debe producir por el contacto entre las superficies del cuerpo y el obturador. La hermeticidad se obtiene por la adecuación de las superficies metálicas o por la interposición de un elemento elástico, en general elastómero. Este elastómero en las válvulas de cierre elástico recubre la superficie exterior del obturador y permite que la válvula en su parte inferior sea continuación de la tubular.
- *Tuerca*: Es el elemento rosca hembra sujeto al obturador al que va ligada mecánicamente teniendo impedido su giro y su desplazamiento en el sentido de su recorrido.
- *Eje*: El eje de maniobra va roscado y atornillado a la tuerca en su parte inferior. El obturador es atravesado por este eje que al girar hace que la tuerca se desplace longitudinalmente al tener coartados otros movimientos. El eje se dispone paralelo al sentido de cierre, y está ligado a la tapa teniendo impedido cualquier movimiento salvo el giro y un leve basculamiento. Los elementos, collarines de empuje, que ligan al eje con la tapa impidiendo su desplazamiento, se disponen de tal forma que entre éste y la tapa se establezca la fricción debida al esfuerzo de apertura y cierre. Pueden considerarse como parte independiente de la tapa y, fundamentalmente, tienen tres funciones:
  - Impedir el movimiento de eje en su sentido longitudinal
  - Establecer un correcto rozamiento en el giro
  - Crear un punto de apoyo basculante en el guiado.
- *Enlaces a la conducción*: Los elementos de enlace a la conducción aseguran la continuidad hidráulica y mecánica de ésta. Solo se tendrá en cuenta en estas normas los enlaces mediante juntas de bridas a ambos extremos independientes entre sí (autorresistentes)
- *Juntas*: Son dispositivos de estanquidad que deben garantizar el funcionamiento hermético de la válvula de cara al exterior en cualquier posición de ésta.
- *Tapa-cuerpo*: Es una junta perimetral de tipo elástico, que debe estar alojada.
- *Eje-tapa*: Existe una zona de estanquidad sometida a fricción que debe tener su alojamiento propio para garantizar su montaje y su comportamiento activo. Asimismo puede haber una junta elástica, en general tórica, alojada en un rebaje, entre la tapa y un elemento de guiado. Las juntas eje-tapa se protegerán con un cubrejuntas.
- *Junta de los enlaces*: Será del mismo tipo que la de la conducción.
- *Actuador*: El actuador aplicado al eje es muy variado, debiendo transmitir un giro a éste. Va desde la simple capucha acoplada al eje, pasando por el volante y el reductor hasta sistemas de accionamiento motorizado.

### 3.2.2.2.- Características de diseño

La geometría del cuerpo de la válvula será tal que asegure un buen guiado del obturador, limitando el deterioro del mismo. El cuerpo de la válvula permitirá desmontar y retirar el obturador sin necesidad de levantar aquel de la instalación, siendo posible también sustituir los elementos de

estanquidad eje-tapa, o restablecer la impermeabilidad, con la conducción bajo presión, sin necesidad de desmontar el cuerpo, ni el obturador, y en la posición de apertura total de la válvula.

El obturador, fabricado en fundición nodular, estará exteriormente recubierto de elastómero con purga de fondo. El cuerpo no llevará acanaladura en su parte inferior.

El cierre de la válvula se realizará mediante giro de la cabeza del husillo o eje en el sentido de las agujas del reloj, consiguiéndose la estanquidad mediante la compresión del obturador con el perímetro interno del cuerpo.

El husillo girará y penetrará de manera recta y uniforme y funcionará correcta y suavemente, de acuerdo con los esfuerzos en la apertura y cierre de la válvula.

El roscado del husillo en la zona de maniobra será mecanizado o forjado de forma trapezoidal y en una longitud suficiente para asegurar que los obturadores puedan elevarse hasta conseguir el paso directo: es decir, dejando libre, en posición abierta, la totalidad de la sección de paso del fluido. Cuando el obturador esté totalmente levantado, se admitirá una reducción de sección tal que la sección de paso sea en todo punto superior al 90% de la sección correspondiente al diámetro nominal de la válvula, no permitiéndose que existan aristas ni resaltos.

La cabeza o corona del husillo donde se aplica el elemento de maniobra, formará una sola pieza con el resto del husillo. Se rebajará y mecanizará de forma que la parte superior resulte de sección cuadrada para recibir el elemento de maniobra.

El cuerpo estará abierto por la parte superior, cubriéndose mediante una tapa del mismo material que el indicado para el cuerpo, disponiéndose entre ambos una junta de material elastomérico. En el caso que la tapa se una al cuerpo mediante tornillos éstos serán de acero cadmiado.

El obturador debe ser guiado por el eje y por una superficie adecuada del cuerpo, al que se ha de amoldar para lograr el cierre. El guiado se podrá realizar mediante machiembreado del cuerpo y el obturador o por simple apoyo de éste en aquel en una superficie especialmente diseñada para este fin, debiendo contar en este caso con un cierto basculamiento. El cierre se debe producir mediante el contacto entre las superficies del cuerpo y del obturador.

Los collarines de empuje como la tuerca o elemento de unión entre el obturador y el husillo, en el que gira éste, serán de aleación de cobre de alta resistencia.

Las juntas existentes entre las diversas partes de las válvulas serán de material apropiado para resistir las pruebas que se especifican en este artículo, y sin que en ningún momento puedan alterar la calidad del agua.

Las juntas de estanquidad, eje-tapa y tapa -cuerpo, serán de elastómero. Los elementos de maniobra, volante, caperuza y llave en té serán de fundición nodular.

### 3.2.2.3.- Materiales

Los materiales a emplear en los distintos elementos que componen las válvulas, deberán cumplir como mínimo, las características de resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, temperatura, durabilidad, que correspondan a las designaciones siguientes:

- Fundición nodular
  - FGE 42-12 ó FGE 50-7                      Según UNE-EN-1559
  - GGG 40 ó GGG 50                              Según DIN 1693
- Acero fundido
  - AM 45 gr.                                        Según UNE 36-252
  - A-261 Gr. WCB                                 Según ASTM

- Acero inoxidable
  - Husillo (PN 10,16 y 25)
    - F 3401 X12Cr13      AISI 410      Según UNE-EN-10088
    - F 3402 X20Cr13      AISI 410      Según UNE-EN-10088
    - F 3403 X30Cr13      AISI 410      Según UNE-EN-10088
- Aleaciones de cobre
  - Forjados: Series 66XX y 73XX Según UNE 37-103
  - Moldeados: Series 26XX y 35XX      Según UNE 37-103
- Elastómeros
  - Caucho nitrílico (NBR)
  - Etileno-propileno (EPDM)
  - Neopreno (CR)

Los elastómeros en contacto con el agua de circulación serán de etileno-propileno por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Todos los elastómeros deberán cumplir las características que se indican en la Norma UNE-EN-681 para las clases de material correspondientes a las durezas 60 ó 70.

Cuando por circunstancias especiales, El Contratista considere conveniente emplear materiales diferentes a los anteriormente indicados, éste deberá justificar los motivos de su modificación y acompañar la Norma que corresponde al nuevo material, la que, como mínimo deberá contener la composición química y las características mecánicas. La Dirección de Obra podrá exigir la presentación de los datos complementarios que estime necesario para su información y, en consecuencia, proceder a la aceptación o rechazo del material propuesto por El Contratista.

### 3.2.2.4.- Dimensionales

#### Longitud de montaje

Para las válvulas cuya unión a la instalación se realice mediante juntas de brida, la longitud de montaje será la distancia entre los dos planos perpendiculares al eje de la conducción de la válvula situados en los finales del cuerpo.

Se normalizarán las siguientes longitudes de montaje según las series básicas de la norma ISO-5752.

DN (mm)	PN 16	PN 25 o PN 40
Serie Básica ISO 5752	15	15
100	300	300
150	350	350
200	400	400

Las dimensiones de las bridas de enlace a la conducción según sea el material del cuerpo, así como la métrica de los tornillos serán conformes a las Normas siguientes:

- PN 10: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28604.
- PN 16: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28605.
- PN 25: Cuerpo en fundición nodular: ISO 2531, equivalente a DIN 28606.
- PN 40: Cuerpo en fundición nodular: ISO 2531, equivalente a DIN 28607.

Las bridas de tubería accesorias y piezas especiales que se acoplan a las válvulas, deberán ajustarse a las dimensiones de los taladros de las citadas Normas mecanizándose en caso necesario.

### Altura de montaje

Se entiende por altura de montaje la distancia existente entre el eje del orificio o tubular de paso hasta el extremo del husillo, considerando éste como la parte superior de la sección cuadrada que recibe el volante o caperuza del mecanismo, siendo los valores máximos los que indica la Norma ISO-5752.

### Enlaces a la conducción

Las dimensiones de las bridas de enlace a la conducción según sea el material del cuerpo, así como la métrica de los tornillos serán conforme a las Normas.

- PN 10: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28604
- PN 16: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28605
- PN 25: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28605
- PN 40: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531, equivalente a DIN 28605.

Las bridas de tubería accesorios y piezas especiales que se acoplan a las válvulas, deberán ajustarse a las dimensiones de los taladros de las citadas normas mecanizándose en caso necesario.

#### **3.2.2.5.- Protecciones**

Todo material de fundición nodular o acero al carbono llevarán una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida, con un espesor total no inferior a 200 micras.

Exteriormente se añadirán un esmalte de acabado de espesor mínimo de 50 micras y color según especificaciones de pedido.

En el caso de acero, además de las anteriores, se aplicará una capa de imprimación de pintura reactiva para asegurar la adherencia de las capas posteriores.

Cualquiera que sea el sistema de preparación de superficies, este deberá alcanzar como mínimo el grado SA 2<sup>1/2</sup>, según la Norma SIS 055-900.

Para cualquiera de las protecciones citadas, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario para agua potable de los recubrimientos interiores a emplear.

La tornillería de las juntas de enlace se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar).

#### **3.2.2.6.- Control de calidad**

Se efectuará el control de calidad que se indica para las válvulas en general en el artículo de “Válvulas” en este capítulo de estas Prescripciones.

Se entiende por lote, el conjunto de válvulas de iguales características procedentes de las mismas partidas de fabricación de sus elementos y sometidas a los mismos ensayos.

El fabricante entregará a la Dirección de Obra, copia de los registros de resultados de todas las operaciones y ensayos efectuados en cada lote de equipos suministrados, fechados y rubricados por los técnicos facultativos correspondientes, abarcando todos los apartados y características señaladas anteriormente.

#### **3.2.2.7.- Referencias, certificados y garantías**

Se actuará según lo indicado en el artículo de “Válvulas” en este capítulo de estas Prescripciones, siendo las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote las que se indican a continuación:

- Fabricación:
  - Código de identificación del lote de fabricación

- Fabricante y modelo de la válvula
- Fecha de fabricación
- N° de pedido
- Fecha de expedición
- Generales:
  - Tipo de válvula: Compuerta
  - Diámetro nominal
  - Presión nominal
  - Sentido de maniobra: cierre en sentido horario
  - Accionamiento
  - Tipo de asiento: elástico
  - Tipo de enlace: Bridas
- Materiales:
  - Material del cuerpo y tapa
  - Material del obturador
  - Material del husillo
  - Material de la tuerca y de los collarines de empuje
  - Material de la tornillería
  - Material de las juntas
- Dimensionales:
  - Longitud de montaje
  - Altura de montaje
- Protecciones:
  - Protección de la fundición
  - Protección del acero
  - Protección de la tornillería
- Pruebas:
  - Ensayos y pruebas a los que ha sido sometida
- Garantías:
  - Periodo de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento

Asimismo se entregará el manual de explotación y mantenimiento correspondiente de cada lote de válvulas suministrado. En dicho manual deberá incluirse el procedimiento de embalaje.

### **3.2.2.8.- Expedición y recepción**

Las válvulas deberán enviarse limpias, en posición abierta en caso de asiento elástico y en posición cerrada en el caso de metal-metal. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar la válvula o su higiene.

Es obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje ha de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar. Es preciso extremar las precauciones en el caso de que la válvula lleve acoplado un mecanismo externo de accionamiento manual o mecánico. El embalaje deberá impedir la maniobra de las válvulas durante el transporte. El fabricante ha de justificar estos extremos.

La recepción puede realizarse en fábrica o en los almacenes del receptor. En el primer caso se puede acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso el fabricante puede desear nombrar un representante que presencie las pruebas y, para ello, se le debe comunicar con antelación el lugar y la fecha de las mismas.

En el momento de la recepción, se ha de comprobar que las válvulas corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todas las válvulas con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separará y marcarán las válvulas para los ensayos de contraste de recepción.

### **3.2.3.- Válvulas mariposa**

#### **3.2.3.1.- Descripción**

Se refiere este artículo a las válvulas mariposa a instalar. Las válvulas de compuerta funcionarán en dos posiciones básicas: abierta o cerrada. Las posiciones intermedias adquieren un carácter de provisionalidad. Las válvulas de compuerta se utilizarán en diámetros pequeños y siempre que no deban actuar con apertura parcial. Asimismo se pueden utilizar como válvulas adicionales de seguridad en paralelo con otra de otro tipo y en instalaciones que requieran paso total.

Los diámetros nominales se ajustarán a la Norma Une 19.003 y las presiones nominales se definirán conforme a la Norma Une 19.002.

El enlace de las válvulas con la tubería en que van instaladas será mediante bridas, debiendo cumplir lo especificado en las Normas Une 19.152 a 19.155 ambas inclusive y la 19.159.

Las válvulas de mariposa serán de tipo reforzado y dispondrán de eje y mariposa de acero inoxidable, cojinetes de bronce de rozamiento, cuerpo de fundición dúctil tipo EN- GJS -500-7 y anillo de cierre elástico de etileno propileno y desmultiplicador inundable con una estanqueidad IP-68, con husillo de acero inoxidable, indicador visual y bloqueo mecánico, según norma UNE-EN-593. Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

La presión de servicio de las válvulas será de dieciséis atmósferas (16 atm.), debiendo probarse por ambos lados, así como con la mariposa abierta en zanja a la presión de prueba de la tubería en que se halle ubicada.

Las características de las válvulas de mariposa, serán las siguientes:

<b>VÁLVULAS DE MARIPOSA</b>					
<b>VÁLVULAS</b>		<b>BRIDAS</b>		<b>TALADROS</b>	
<b>DIÁMETRO</b>	<b>PESO MÍNIMO</b>	<b>DIÁMETRO EXTERIOR</b>	<b>LONGITUD MONTAJE</b>	<b>DIÁMETRO EXTERIOR</b>	<b>NÚMERO/ DIÁMETRO</b>
(mm.)	(kg.)	(mm.)	(mm.)	(mm.)	(#)/(mm.)
250	37	405	68	355	12/28
300	46	460	78	410	12/28
500	190	715	127	650	20/33
600	230	840	154	770	20/36
800	500	1025	190	950	24/39
1000	950	1255	216	1170	28/42

Los taladros de cuerpo de válvula responderán a la norma UNE-EN-1092-2.



Las llaves, se colocarán entre bridas planas mediante tornillos pasantes atirantados de acero inoxidable. Como norma general, las válvulas de mariposa se montarán con el eje horizontal y en posición abierta. Las válvulas estarán protegidas con resina epoxi aplicada electrostáticamente en una capa, con un espesor mínimo de 150 micras, resistente a la humedad y deberán estar provistas de su correspondiente casquillo sujeto con tornillo, salvo indicación expresa en contra. Los tubos o piezas especiales a los que se acoplen las llaves deberán estar suficientemente anclados para soportar los esfuerzos que las llaves puedan transmitir. Las características de los desmultiplicadores son:

- Estarán dimensionadas para el funcionamiento para el servicio manual o acoplado a un actuador eléctrico.
- Giro de 90° con giro a derechas, ejecución R. Eje de entrada será cilíndrico con chavetero.
- Brida de acoplamiento, para válvula, según norma EN-ISO-5211.
- Embrague dentado de enchufe sin taladro, pero centrado a los lados. Materiales: - Cuerpo y brida de entrada en fundición gris.
- Eje sin fin, laminado en acero inoxidable tratado.
- Corona, bronce especial o fundición gris con anillo forjado de bronce especial.
- Rodamiento para eje sin fin, latón especial. Temperatura servicio de -20°C hasta 80°C.
- Protección IP-68, la pintura será con dos componentes mica-hierro.

En el caso de válvulas motorizadas, el actuador eléctrico cumplirá las siguientes características:

- Estarán dimensionados para el servicio todo o nada.
- La velocidad de salida de 4 hasta 180 rpm/min. (50 Hz).
- Motor trifásico con aislamiento clase F, protección total del motor por tres termostatos incluidos en el bobinado del estator, motor sin caja de bornas, conexión sobre conector del motor.
- Mecanismo de rodillos ajustable a la posición cerrado/abierto.
- Limitador de par ajustable sin escalonamiento en escalas de par calibrada para los sentidos de cierre y apertura, valor ajustado directamente legible en daNm.
- Interruptor de par y de carretera cada uno con un contactor de apertura y cierre, IP-68.
- Volante para servicio manual, desembraga automáticamente con arranque motor y queda inmóvil durante el servicio eléctrico.
- Temperatura servicio de -20° hasta 80°.
- Acoplamiento de salida, según norma EN-ISO-5210.

#### **Elementos de que consta:**

La válvula de mariposa que se describe es la de accionamiento por giro del obturador o mariposa alrededor de un eje ortogonal a la dirección de circulación del fluido, a través del dispositivo externo de maniobra.

Los elementos principales de las válvulas de mariposa son: cuerpo, obturador, eje, tapa, cojinetes, juntas de estanquidad, sistema de estanquidad, enlaces a la conducción y dispositivo de accionamiento externo.

- **Cuerpo.** Es la parte de la válvula que proporciona la continuidad de la conducción, compuesto por una parte central prolongada a uno y otro lado por una tubular cilíndrica que termina en brida a ambos extremos (enlaces a la conducción).
- **Obturador.** También denominado disco o mariposa, es el elemento que, en su giro alrededor del eje, permite o impide el paso del agua. De perímetro circular y superficie hidrodinámica permite un flujo sin turbulencias y reducida pérdida de carga en régimen normal y en posición totalmente abierta.
- **Eje.** Es el elemento que, solidario con el obturador, hace girar a éste para realizar la maniobra de cierre o apertura.
- **Tapa.** Es el elemento de cierre entre el cuerpo y eje y el exterior, en el extremo del eje opuesto al que se encuentra el mecanismo de maniobra.
- **Cojinetes.** También denominados casquillos, son los elementos que situados en ambos extremos del eje, le sirven de soporte.
- **Juntas de estanquidad.** Son los elementos que deben garantizar el funcionamiento hermético de la válvula hacia el exterior, debiendo tenerse en cuenta las existentes entre cuerpo y eje, cuerpo y tapa, y entre la válvula y la conducción (juntas de enlace).
- **Enlaces a la conducción.** Son los elementos de enlace a la conducción que aseguran la continuidad hidráulica y mecánica de ésta. Solo se tendrán en cuenta en estas normas los enlaces mediante juntas de bridas a ambos extremos, independientes entre sí (autorresistentes).
- **Dispositivo de maniobra.** Es el elemento exterior a la válvula que, aplicado al eje, transmite a éste los esfuerzos para apertura o cierre de la misma. Como elementos de maniobra hemos de distinguir el mecanismo de desmultiplicación y el actuador de dicho mecanismo.

### 3.2.3.2.- Características de diseño

La definición de las válvulas atenderá a las siguientes condiciones de diseño, en cuanto a la excentricidad del eje. Serán de simple excentricidad.

Las de simple excentricidad se caracterizan porque el eje es excéntrico respecto al disco, estando centrado con respecto al eje longitudinal de la tubería.

La estanquidad en las válvulas a utilizar en el presente Proyecto se garantizará por compresión sobre un manguito delastómero dotado de un sobre espesor en su parte central donde la mariposa apoya en el cierre y la junta irá montada en el obturador.

Las bridas de enlace a la conducción formarán ángulo recto con el eje de circulación del fluido y serán concéntricas con éste. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso. No se admitirán taladros roscados en ninguna de las bridas de enlace que permitan la sujeción mediante simple atornillado, ni diseños (nervios, resaltes, etc.) que dificulten la colocación y desmontaje de los tornillos y tuercas de apriete.

Para válvulas excéntricas, el sistema de estanquidad interior debe permitir la sustitución de la junta.

Las velocidades mínimas de diseño con apertura total serán las expresadas en el cuadro siguiente:

PN	V (m/s)
16	4
25	5
40	5

En una válvula utilizada en regulación se debe prever la aparición del fenómeno de cavitación cuando, mantenida una posición de regulación, el valor de la presión absoluta aguas abajo de la válvula sea inferior al valor de la caída de presión en el obturador.

Para la velocidad indicada y con la válvula totalmente abierta, el diseño de la válvula no permitirá que se produzca cavitación, determinándose aquellas condiciones críticas a partir de las cuales puede producirse este fenómeno, o el valor de la presión necesaria aguas abajo para mantener en los límites deseados el grado de cavitación en la válvula.

El coeficiente de caudal Kv expresa el caudal de agua en m<sup>3</sup>/h que, a temperatura ambiente, atraviesa la válvula y ocasiona una pérdida de carga de 0,1 MPa (1 bar). El valor de Kv depende del grado de apertura del obturador y de las dimensiones de la válvula. Se considerará como dato característico de la válvula, la variación del coeficiente de caudal en función de la apertura del obturador (curva característica de la misma).

El coeficiente de caudal Kv en posición de máxima apertura será como mínimo el indicado en las siguientes tablas para cada DN, PN.

Coeficiente de caudal Kv en m <sup>3</sup> /h			
DN	PN 16	PN 25	PN 40
250	2100	2000	1300
>=300	3100	2800	2000

En las válvulas de accionamiento motorizado deberá limitarse el tiempo de maniobra, en función de las características hidráulicas de la instalación, con el fin de limitar las sobrepresiones por golpe de ariete

### 3.2.3.3.- Materiales

Los materiales de los distintos elementos que componen las válvulas se ajustarán según diámetros y presiones a los que se indican a continuación:

- **Cuerpo.** El material que constituye estos elementos de las válvulas será el que se indica a continuación:
  - Para las válvulas de DN = 250 mm y DN = 300 mm, Acero nodular GGG-40
  - Para las válvulas del resto de diámetros se utilizará acero mecanosoldado A42b.
- **Disco.** El disco estará constituido por:
  - Acero macizo inoxidable AISI 304 en las válvulas de diámetros DN 250 y 300 mm,
  - En el resto de válvulas será acero mecanosoldado A42b más aportación de acero AISI 304.
- **Ejes y semiejes.** Serán de acero inoxidable de calidad mínima AISI 420.
- **Cojinetes o casquillos.** Los cojinetes o casquillos sobre los que pivota el eje serán autolubricados, con ausencia total de grasas, de bronce de calidad mínima C-7350 UNE 37-103-78. Para válvulas de PN 10 de cualquier diámetro y de PN 16 de diámetro inferior a seiscientos (600) milímetros, inclusive, podrán admitirse de PTFE (teflón), sobre base de bronce o acero inoxidable calidad mínima F3504 UNE 36-016.
- **Juntas de estanqueidad.** El sistema de estanqueidad interior disco- cuerpo, será de junta delastómero sobre acero inoxidable, por lo que en los discos o cuerpos que no sean de este material deberá realizarse un sistema de aportación en la zona de estanqueidad. El acero inoxidable de aportación será del tipo F3533 UNE 36-016, con un espesor mínimo de cinco (5) milímetros.

Las juntas de estanquidad interior disco-cuerpo, así como todas aquellas otras que puedan estar en contacto con el agua en circulación, serán de elastómero etileno-propileno (EPDM) por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Las restantes podrán ser de (NBR) o Neopreno (CR). Asimismo, todos los elastómeros deberán cumplir las características que se determinan en la Norma UNE 53-571, para las clases de material correspondientes a la dureza 60 ó 70, a excepción de la deformación remanente por compresión a deformación constante.

Para cualquier grado de dureza de los señalados anteriormente, dicha deformación remanente no debe ser superior al veinte por ciento (20%), valor que se corresponde con el ensayo 5.3 a setenta (70) grados centígrados de la Norma UNE 571-74.

- Tornillería. Los pernos o tornillos que unen el cuerpo y la tapa así como los de las juntas de enlace y los que se encuentren en contacto con el agua serán de acero inoxidable de calidad mínima F 3534, X6Cr17Ni12Mo03, AISI 316 según la Norma UNE 36-016.

#### 3.2.3.4.- Dimensionales

Longitud de montaje. Se define la longitud de montaje como la distancia entre los dos planos perpendiculares al eje de la válvula, situados en los extremos del cuerpo. Se normalizan las siguientes longitudes de montaje para la serie larga adoptada, que corresponden junto con las de la corte a las series básicas de la Norma ISO 5272 nº 13 e ISO 5752 nº 14 coincidentes con CEN WG 69 series corta y larga respectivamente para válvulas de mariposa de doble brida.

DN (mm)	Longitud de montaje (mm)
250	250
>=300	270

Montaje. Para permitir el montaje o desmontaje de las válvulas sin tener que mover la tubería donde ésta vaya a ir o esté instalada, se instalarán junto a las válvulas carretes de montaje telescópicos, definidos en el apartado III.5.3, que puedan aumentar o disminuir su longitud.

Los carretes tendrán el mismo diámetro de las válvulas junto a las que se instalen y serán capaces de soportar la presión de trabajo que soporte la tubería.

Los carretes de montaje se colocarán mediante tornillos pasantes con tuercas y contratueras que dejen rígida la instalación.

Enlaces a la conducción. Las dimensiones de las bridas de enlace a la conducción, según sea el material del cuerpo así como la métrica de los tornillos serán conforme a las normas:

- PN 16: hasta diámetro 600 mm inclusive: cuerpo en fundición nodular; ISO 2531 equivalente a DIN 28605.
- PN 25: Cuerpo en fundición nodular; ISO 2531 equivalente a DIN 28606. Cuerpo en acero al carbono; DIN 2544.
- PN 40: Cuerpo en acero al carbono; UNE-EN 19184 equivalente a DIN 2545.

Las bridas de tuberías, accesorios y piezas especiales que se acoplan a las de las válvulas deberán ajustarse a las dimensiones y disposición de taladros de las citadas normas, mecanizándose en caso necesario.

El espesor del cuerpo, diámetro de ejes, dimensiones de tapa, aro de sujeción etc., se diseñarán por el fabricante conforme a lo definido en estas normas, y según las condiciones de los materiales empleados, los esfuerzos de ensayo y para las velocidades de flujo indicadas anteriormente.

En los modelos de válvulas excéntricas, el fabricante deberá indicar los valores de las excentricidades del eje y los criterios que los justifiquen.

### 3.2.3.5.- Protecciones

Todo el material de fundición nodular o acero al carbono llevará una protección anticorrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida, con un espesor total no inferior a doscientas (200) micras.

Exteriormente se añadirá un esmalte de acabado de espesor mínimo de cincuenta (50) micras y color según especificaciones del pedido.

El material de acero inoxidable llevará una terminación de grado pulido.

Cualquiera que sea el sistema de preparación de superficies, éste deberá alcanzar como mínimo el grado SA-2 1/2, según la norma sueca SIS 055-900.

Para cualquiera de las protecciones citadas, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario para agua potable de los recubrimientos interiores a emplear.

La tornillería de las juntas de enlace se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar).

### 3.2.3.6.- Accionamiento

- Reductores. El dispositivo de maniobra será a base de mecanismo de desmultiplicación (reductor) y actuador de dicho mecanismo.
- El mecanismo de desmultiplicación estará alojado en una caja, cárter o carcasa, que deberá ser estanca mediante junta delastómero, grado de protección mínimo IP 67 y con su interior engrasado de por vida, de tal forma que pueda garantizarse su funcionamiento después de largos períodos de tiempo sin haberse maniobrado. Al conjunto formado por este mecanismo y su alojamiento le denominamos reductor, que dispondrá en su exterior de un indicador de posición de obturador.
- La caja del reductor será, como mínimo, de fundición gris GG25; el eje será de acero inoxidable, calidad mínima F 3402, F 3403, F 3404 de UNE-EN-10088 (AISI 420).
- La unión del reductor a la válvula será conforme a las normas ISO 5211/1 y 5211/2.
- El par máximo de maniobra corresponde a la suma de los momentos de las fuerzas tangenciales que se aplican a la válvula para garantizar su maniobrabilidad. Se ejerce sobre el actuador a través del elemento de maniobra.
- El par de maniobra en las condiciones de velocidad antes citadas y aplicado en el eje del volante, para el número de vueltas que se señala a continuación y conforme a lo reseñado anteriormente, deberá ser inferior a cincuenta (50) Newtons por metro para accionamiento manual por volante.
- En los accionamientos motorizados el par deberá ser igual o menor de ciento cincuenta Newtons por metro (150 Nm) en el eje del desmultiplicador. Estos valores, a válvula vacía, serán de cinco (5) Nm y quince (15) Nm respectivamente.
- El número de vueltas del elemento de maniobra necesario para obtener un movimiento de apertura o cierre completo formará parte de las características de la válvula.
- El número de vueltas del elemento de accionamiento manual se ajustará a los valores de la siguiente tabla:

DN (mm)	Mínimo	Máximo
≤400	20	40
500	30	60

Las válvulas deben ser concebidas para soportar un número máximo de dos mil (2000) ciclos de maniobra en vacío con apriete al par máximo.

### 3.2.3.7.- Control de calidad

Se efectuará el control de calidad que se indica para las válvulas en general en el artículo de “Válvulas” en este capítulo de estas Prescripciones.

Se entiende por lote, el conjunto de válvulas de iguales características procedentes de las mismas partidas de fabricación de sus elementos y sometidas a los mismos ensayos.

El fabricante entregará a la Dirección de Obra, copia de los registros de resultados de todas las operaciones y ensayos efectuados en cada lote de equipos suministrados, fechados y rubricados por los técnicos facultativos correspondientes, abarcando todos los apartados y características señaladas anteriormente.

Además de todos los ensayos y pruebas anteriormente indicados, inmediatamente después de terminado el montaje, se realizarán las pruebas en funcionamiento en vacío de todos los mecanismos de accionamiento de los equipos y de las protecciones eléctricas.

### 3.2.3.8.- Referencias, certificados y garantías

Se actuará según lo indicado en el artículo de “Válvulas” en este capítulo de estas Prescripciones, siendo las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote las que se indican a continuación:

- Fabricación:
  - Código de identificación del lote de fabricación
  - Fabricante y modelo de la válvula
  - Fecha de fabricación
  - N° de pedido
  - Fecha de expedición
- Generales:
  - Tipo de válvula: Compuerta
  - Diámetro nominal
  - Presión nominal
  - Sentido de maniobra: cierre en sentido horario
  - Accionamiento
  - Tipo de asiento: elástico
  - Tipo de enlace: Bridas
- Materiales:
  - Material del cuerpo y tapa
  - Material del obturador
  - Material del husillo
  - Material de la tuerca y de los collarines de empuje
  - Material de la tornillería
  - Material de las juntas
- Dimensionales:
  - Longitud de montaje

- Altura de montaje
- Protecciones:
  - Protección de la fundición
  - Protección del acero
  - Protección de la tornillería
- Pruebas:
  - Ensayos y pruebas a los que ha sido sometida
- Garantías:
  - Periodo de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento

Asimismo se entregará el manual de explotación y mantenimiento correspondiente de cada lote de válvulas suministrado. En dicho manual deberá incluirse el procedimiento de embalaje.

### **3.2.3.9.- Expedición y Recepción**

Las válvulas deberán enviarse limpias, en posición ligeramente abierta. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios tapados mediante tapas de plástico, de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar la válvula o su higiene.

Es obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de las válvulas. El embalaje ha de garantizar que las válvulas no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar. Es preciso extremar las precauciones en el caso de que la válvula lleve acoplado un mecanismo externo de accionamiento manual o mecánico. El embalaje deberá impedir la maniobra de las válvulas durante el transporte. El fabricante ha de justificar estos extremos.

La recepción puede realizarse en fábrica o en los almacenes del receptor. En el primer caso se puede acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso, el fabricante puede desear nombrar un representante que presencie las pruebas y, para ello, se le debe comunicar con antelación el lugar y la fecha de las mismas.

En el momento de la recepción, se ha de comprobar que las válvulas corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todas las válvulas con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separarán y marcarán las válvulas para los ensayos de contraste de recepción.

### **3.2.3.10.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

Los elementos asociados se medirán y abonarán según se define en el cuadro de precios nº 1.

### **3.2.4.- Válvulas de protección**

#### **3.2.4.1.- Válvulas de retención embridadas de clapeta**

Las válvulas de retención deben cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE – EN 1074 – 3:2000.

Este tipo de válvulas se utilizará para evitar retornos de agua en las tuberías de impulsión. Se instalarán siempre en un lugar fácilmente accesible.

Las válvulas de retención serán del tipo de clapeta simple con asiento elástico. Dispondrán de un mecanismo de cierre cuando se invierta el flujo del agua. La clapeta se abre con la presión ejercida por el fluido bombeado, y cierra inmediatamente a la parada de la bomba, por la presión ejercida por la columna de agua y por el peso de la clapeta.

### **Características**

Los materiales de las distintas partes que componen las válvulas de retención son los siguientes:

<b>ELEMENTO</b>	<b>MATERIALES</b>
CUERPO	Fundición nodular FGE 42-12 ó FGE 50-7
CLAPETA	Fundición nodular FGE 42-12 ó FGE 50-7
EJE	Acero inoxidable AISI 420
TAPÓN	Fundición nodular

### **Control de calidad**

#### Control de recepción

##### *Tipos de pruebas de recepción*

Las válvulas se someterán a dos tipos de pruebas distintas: de resistencia y de estanquidad. Ambos tipos de pruebas se efectuarán en fábrica con los medios materiales y humanos del fabricante y a cargo de éste, en presencia de la Dirección de la Obra o persona en quien delegue.

El número de unidades objeto de la prueba será el de una escogida al azar por cada lote de cinco unidades. Si el resultado fuese aceptable se dará el lote como bueno; si el resultado fuere desfavorable, se probarán todas las unidades del mismo.

No obstante, bastará que una sola unidad del conjunto del suministro sea desechada para que la Dirección de la Obra esté facultada para exigir, con cargo al fabricante, las pruebas de todas y cada una de las unidades.

Se comprobará, asimismo, que las dimensiones de las piezas y la calidad de los materiales son las definidas en los Planos.

#### Control dimensional

Se comprobará que las dimensiones geométricas cumplen las fijadas en este Pliego y las que haya ofertado el fabricante. En especial se comprobarán los espesores y los eventuales descentrados en el fundido de las piezas.

#### Prueba de resistencia

La prueba de resistencia tiene por finalidad comprobar que el cuerpo principal de las válvulas tiene la resistencia mecánica suficiente para resistir la presión interior máxima de diseño con suficiente seguridad.

La prueba consistirá en someter a la válvula, con una de sus bridas atornillada a un banco de pruebas y la otra con una tapa resistente, también atornillada, a la presión máxima de servicio prevista para el timbraje nominal de la unidad correspondiente.

El obturador de las válvulas se situará en posición entreabierto para que la presión hidráulica se iguale a ambos lados.

Se tomarán precauciones para conseguir la total expulsión del aire que pudiese quedar en su interior; la elevación de la presión se hará lentamente.

No se admitirá ninguna pérdida ni goteo a través del cuerpo, aunque pueden tolerarse pequeños goteos al exterior a través de la impermeabilización existente entre las distintas piezas.

La presión de prueba se mantendrá durante cinco minutos (5) y durante ese tiempo se le darán al cuerpo de la válvula algunos golpes de martillo.



### Prueba de estanquidad

La prueba de estanquidad tiene por finalidad comprobar que la impermeabilidad entre las distintas piezas que lo requieren es estanca y que, asimismo, en las válvulas el obturador cerrado también lo es.

La prueba se realizará atornillando al banco de pruebas la brida que corresponda de la unidad a ensayar, teniendo la precaución de evacuar bien el aire de su interior. La presión hidráulica se elevará lentamente hasta alcanzar 1,10 veces el valor de la presión máxima de servicio prevista para el timbraje nominal de la unidad correspondiente.

La presión se mantendrá durante quince (15) minutos y durante ese tiempo no se observarán pérdidas ni goteos a través del cierre del obturador ni de los elementos de impermeabilización entre piezas.

### Recepción

Los distintos equipos deberán enviarse limpios. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios externos tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar el equipo o su higiene. Es obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de los equipos. El embalaje ha de garantizar que no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que el equipo ha de soportar.

La recepción puede realizarse en fábrica o en los almacenes del recepcionista. En el primer caso se puede acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso el fabricante puede desear nombrar un representante que presencie las pruebas y, para ello, se le debe comunicar con antelación el lugar y la fecha de las mismas. En el momento de la recepción, se ha de comprobar que los equipos corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todos los equipos con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separarán y marcarán los equipos para los ensayos de contraste de recepción.

#### **3.2.4.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

Los elementos asociados se medirán y abonarán según se define en el cuadro de precios nº 1.

#### **3.2.5.- Válvulas de aireación. Ventosas**

##### **3.2.5.1.- Tipos de válvulas de aireación**

Dentro de este artículo se especifican las características que han de cumplir las válvulas de aireación que se proyectan.

Los elementos de las válvulas de aireación han de responder a las principales funciones siguientes:

- Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción
- Admisión de aire, en evitación de la depresión o vacío, en operaciones de vaciado o rotura de la conducción.
- Eliminación de las bolsas o burbujas de aire de la conducción, con ésta en servicio y en periodo de explotación
- Estas tres funciones se realizan a través de los orificios de aireación existentes en las válvulas.

Según las funciones que anteriormente se han enumerado se distinguen los siguientes tipos de válvulas de aireación:

- **Ventosas trifuncionales:** Son aquellas válvulas que permiten de una forma automática la entrada y expulsión de aire durante las operaciones de vaciado y llenado de la conducción, así como bajo presión, una vez en servicio
- **Purgadores:** Son aquellas válvulas cuya misión fundamental es la eliminación de las bolsas o burbujas de aire que se producen durante la explotación.

A continuación se indican las características que deben cumplir cada uno de estos equipos.

### 3.2.5.2.- Ventosas trifuncionales

Permitirán de forma automática la entrada y expulsión de aire durante las operaciones de llenado y vaciado de la tubería, así como bajo presión, una vez en servicio.

Su funcionamiento será a base de un único flotador con dos escalones de operación. El flotador será de forma cilíndrica, rematado por dos superficies cónicas y fabricado en acero inoxidable. El movimiento de ascenso-descenso del flotador estará limitado por una jaula, anclada al cuerpo de la ventosa, que impida el acodamiento del flotador y su atoramiento.

Deberá ir provistas de un dispositivo tal que, al llenar la tubería con el caudal máximo previsto, la velocidad del aire que es expulsado por la ventosa, no cierre la misma por elevación del flotador, lo que únicamente debe ocurrir cuando esté totalmente llena de agua la tubería y expulsado todo el aire.

Su instalación en la conducción se hará a través de una válvula compuerta de cierre que permita aislar la ventosa de la conducción, permitiendo su reparación o sustitución sin necesidad de interrumpir el funcionamiento del abastecimiento y sin ocasionar pérdidas de agua.

Estarán dotadas de un dispositivo de purga tipo purgador sónico, con el fin de permitir la expulsión de pequeñas cantidades de aire que se encuentren en el interior de la tubería, de forma que no se produzca un efecto de golpe de ariete al expulsar éstas.

El cuerpo de la ventosa llevará una purga manual con objeto de permitir, cerrando la válvula que la aísla de la conducción y abriendo dicha purga, que la ventosa quede sin presión y en la misma posición inicial que tenía antes de llenar de agua la tubería.

Su dimensionamiento se hará en base a las necesidades de entrada de aire en la conducción, en función del pésimo punto de rotura de la tubería con relación a la posición de la ventosa, admitiendo como valor máximo una depresión en la conducción de dos (2) metros de columna de agua.

### 3.2.5.3.- Materiales

Los materiales de los diversos componentes de las válvulas de aireación cuya instalación se contempla en este artículo son los que se determinan a continuación.

El cuerpo y la tapa serán de fundición nodular, acero al carbono o acero inoxidable.

- Las bridas autorresistentes serán de fundición nodular, acero al carbono o acero inoxidable.
- El material del flotador en contacto con el agua cualquiera que sea su estructura, será inalterable en este medio, al aire y al ciclo aire-agua; igualmente será impermeable y carecer de deformación remanente alguna a las presiones de prueba. En cualquier caso la estanquidad en los orificios de aireación será delastómero con acero inoxidable.
- Las guías y los mecanismos articulados del sistema de evacuación y admisión de aire estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad, al cloro y al ozono.

Las calidades de los materiales ya reseñados serán, como mínimo, las que corresponden a las designaciones siguientes:

### **Fundición nodular:**

- Acero fundido al carbono
  - UNE-EN-1559 FGE 42-12 ó FGE 50-7
  - DIN 1693 GGG 40 6 GGG 50
  - UNE 36-252 AM 45 gr.b
  - ASTM A-216 Gr WCB
- Acero inoxidable
  - UNE-EN-10088 F 3504 X5CRNi 18-10 AISI304
  - UNE-EN-10088 F 3503 X2CRNi 18-10 AISI304L
  - EN-10088 F 3534 X6CRNiMo 17-12-03 AISI316
  - UNE-EN-10088 F 3533 X2CRNiMo 17-12-03 AISI316L
- Aleaciones de cobre
  - Forjados: UN-E 37-103 series 66XX y 73XX
  - Moldeados: UNE 37-103 series 26XX y 35XX

En las soldaduras entre acero inoxidable y otros materiales se utilizarán procedimientos de soldadura que eviten pares galvánicos y en el caso de soldaduras entre aceros inoxidables, se utilizarán los de bajo contenido en carbono.

Las resinas para protección tendrán las siguientes características mínimas.

- Adherencia a soporte  $> 20 \text{ kg/cm}^2$ .
- Adherencia entre capas  $> 20 \text{ kg/cm}^2$ .
- Absorción de agua  $< 5 \%$  en peso.
- Resistencia a la abrasión  $< 0,08 \text{ gr.}$  para H-22 (según Taber).
- Los elastómeros de estanquidad serán de etileno-propileno (EPDM).
- Los pernos y tornillos que unen cuerpo y tapa, así como los de la junta de enlace serán de acero con revestimiento galvánico según DIN 267 y con un tratamiento de cromatado posterior según DIN 50941. La tornillería en contacto con el agua será de acero inoxidable de calidad mínima F3534, X6CrNiMo 17-12-03 AISI316 según UNE-EN-10088.

### **3.2.5.4.- Protecciones**

Todo el material de fundición y acero de carbono del cuerpo y tapa llevará una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida, con un espesor total no inferior a 200 micras.

Cualquiera que sea el sistema de preparación de superficies, éste deberá alcanzar como mínimo el grado SA 21/2, según la norma SIS 055-900.

Para la protección citada, deberá tenerse en cuenta el carácter alimentario para agua potable del recubrimiento a emplear.

La tornillería de la junta de brida de enlace a la instalación se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar).

### 3.2.5.5.- Condiciones de la instalación

Las válvulas de aireación, deben enviarse limpias, en posición abierta en caso de asiento elástico y cerrado en el de metal-metal. Los elementos irán bien protegidos y los orificios tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar la válvula o su higiene.

Se garantizará que las válvulas no sufran daño alguno durante su transporte, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que la válvula ha de soportar.

Las válvulas se dispondrán en las arquetas de ventosa, arquetas de seccionamiento, arqueta de sobrevelocidad y arquetas de derivación, con la ubicación que se hace constar en los Planos del Proyecto.

Se ubicarán válvulas de aeración en los puntos altos del trazado, en cambios bruscos de pendiente, y cuando la distancia entre puntos de aeración sea superior a 500 metros. En general se adopta el siguiente criterio:

- Aguas abajo de la válvula de corte cuando ésta se encuentre en pendiente descendente.
- Aguas arriba cuando la válvula está en pendiente ascendente.

El diámetro de entrada de la ventosa será igual al diámetro de salida. La ventosa estará diseñada de tal manera que evite el acodamiento del elemento de cierre. El purgador automático permitirá la eliminación de aire en presión cuando éste llegue a la ventosa. El orificio de purga será función de la presión de trabajo, y del diámetro de la conducción.

Las válvulas de ventosa irán montadas en una pieza de calderería en forma de ramal Te con derivación, sobre la cual se colocará una brida ciega para la ubicación de las válvulas de compuerta y la ventosa.

### 3.2.5.6.- Control de calidad

#### Control en taller

La fabricación, montaje y acabado de todos los elementos componentes de las válvulas deberá estar sujeto a un estricto y documentado proceso de autocontrol que garantice la calidad del producto suministrado.

El fabricante deberá entregar a la Dirección de Obra el manual de organización, equipos, medios y procedimientos de autocontrol, cuya idoneidad y cumplimiento deberá ser certificado por organismo competente o empresa de control de calidad, independiente del fabricante, oficialmente autorizada.

La presentación del Certificado de Registro de Empresa, acorde con la Norma UNE 66-901 ó 66-902 o equivalente, eximirá al suministrador del cumplimiento del anterior requisito.

En el manual de control de calidad deberán señalarse las normas oficiales de ensayos que se apliquen, o en otro caso incluirse la descripción detallada de los procesos y medios de ensayo utilizados.

El proceso de autocontrol abarcará al menos los apartados siguientes:

#### Materiales:

- Composición química.
- Estructura molecular.
- Características mecánicas.
- Tratamientos térmicos.
- Otras características.

### **Fabricación:**

- Dimensiones, tolerancias y paralelismo.
- Soldaduras.
- Acabado de superficies.
- Comportamiento mecánico.

### **Protecciones:**

- Composición química.
- Preparación de superficies y espesores.
- Comportamiento mecánico.
- Comportamiento químico y con calidad alimentaria para agua potable.

### **Equipos**

- Pruebas mecánicas
- Pruebas hidráulicas

### **Pruebas del equipo**

Deberán comprobarse y registrarse documentalmente, al menos, todas y cada una de las características de diseño, de los materiales y de las protecciones que se señalan en estas Prescripciones.

El fabricante entregará a la Dirección de Obra copia de los certificados de prueba de idoneidad de cada modelo, diámetro y timbraje a suministrar incluyendo:

**Prueba del cuerpo:** Con la válvula completamente cerrada (flotador en posición de cerrado) se comprobará el comportamiento mecánico y la estanquidad exterior sometiendo la válvula a una presión de trabajo interior de 1.5 veces la presión nominal. Durante la prueba no se evidenciará deformación ni fuga alguna. La duración de ésta será de 1 minuto para la válvula de  $\varnothing < 200$  mm y de 3 minutos para las válvulas de  $\varnothing > 200$  mm.

**Prueba del asiento en la válvula de evacuación de aire:** Con la válvula abierta a la atmósfera se probará a la presión manométrica mínima de 1.38 kg/cm<sup>2</sup> y a una presión máxima de 1.5 veces la presión nominal. Una vez que el movimiento ascendente del flotador produzca el cierre de la salida a la atmósfera, adquirida la presión máxima de prueba, no existirá fuga alguna.

Después de la prueba anterior, la válvula se abrirá y cerrará tres (3) veces utilizando agua a una presión de 1.38 kg/cm<sup>2</sup> para activar el flotador y el mecanismo del flotador. En cada prueba no existirá fuga alguna.

**Prueba del asiento de las ventosas trifuncionales:** Cada ventosa en la posición de abierta hacia la atmósfera se probará a una presión mínima de 1.38 kg/cm<sup>2</sup> y máxima de 1.5 veces la presión nominal. La duración será la suficiente para permitir el examen visual de fuga.

La prueba de baja presión se repetirá cuatro (4) veces con el flotador girado 90° cada vez. No deben existir fuga ni deformación alguna.

En las pruebas descritas, los flotadores huecos deberán pesarse antes y después de ellas, para verificar su estanquidad.

**Prueba de capacidad:** Se realizarán las pruebas de capacidad de aireación de cada tipo de válvula, para cada una de las funciones, obteniéndose las curvas correspondientes a las prestaciones de cada diámetro y orificios de aireación correspondientes.

### **Referencias, certificados y garantías**

Se entiende por lote el conjunto de válvulas de iguales características procedentes de las mismas partidas de fabricación de sus elementos y sometidas a los mismos ensayos.

Cada lote de válvulas suministradas por el fabricante, deberá ser remitido junto con una ficha técnica en la que se haga referencia a las características de diseño, materiales, dimensionales, de protecciones, de fabricación, de expedición, durabilidad, garantía y otros.

Las referencias mínimas exigibles en la ficha técnica de cada lote deberán ser:

#### **Fabricación:**

- Código de identificación del lote de fabricación.
- Fabricante y modelo de la válvula.
- Fecha de fabricación.
- N° de pedido.
- Fecha de expedición.

#### **Generales:**

- Tipo de válvula: aireación
- Diámetro nominal.
- Presión nominal.
- Tipo de enlace: brida
- Sistema de estanquidad.

#### **Materiales:**

- Material del cuerpo y tapa.
- Material del flotador.
- Material de la tornillería.
- Otros materiales según elementos de diseño.

#### **Dimensionales:**

- Altura de montaje.
- Diámetro del orificio de aireación. Diámetro del orificio de purga en servicio.

#### **Protecciones:**

- Protección de la fundición.
- Protección del acero.
- Protección de la tornillería.
- Otras protecciones

#### **Pruebas:**

- Ensayos y pruebas a que ha sido sometida.
- Caudales de admisión y evacuación de aire.

#### **Garantías:**

- Período de garantía contra defecto de fábrica y funcionamiento

- Por cada lote de fabricación se exigirán los siguientes certificados y garantías Ensayos y pruebas referidas anteriormente.
- Composición química de materiales (fundiciones, aceros, elastómeros, grasas de montaje y otros).
- Características mecánicas.
- Procedimientos de pintado y protección.
- Certificación de control de calidad realizado por una empresa independiente y oficialmente autorizada.
- Periodo de garantía, alcance y condiciones.
- Seguro de responsabilidad civil.
- Estos certificados deberán ir firmados por el responsable del control de calidad del fabricante.
- Asimismo se entregará el manual de explotación y mantenimiento correspondiente con cada lote de válvula suministrado. En dicho manual deberá incluirse el procedimiento de embalaje.

### **Marcado**

Toda válvula deberá estar marcada de forma claramente legible conforme a lo dispuesto en el presente apartado.

En las válvulas cuyo cuerpo sea de fundición nodular, se marcarán mediante grabado en altorrelieve, las siguientes características:

- Diámetro nominal: se expresará mediante el símbolo DN seguido por su valor correspondiente expresado en mm.
- Presión nominal: se expresará mediante el símbolo PN seguido por su valor correspondiente expresado en bar.
- Material del cuerpo: se especificará la abreviatura correspondiente al material empleado seguido por las siglas de la Norma que emplee dicha abreviatura, por ejemplo: FGE 4212 UNE.
- Identificación del fabricante.

Asimismo se señalarán de forma indeleble, sobre el cuerpo o tapa, las siguientes características:

- El modelo de la válvula
- El año de fabricación

Este mismo sistema se adoptará para el marcado de características en caso de cuerpos de acero.

### **3.2.5.7.- Recepción**

Los distintos equipos deberán enviarse limpios. Todos los elementos irán bien protegidos y los orificios externos tapados, mediante tapas de plástico de forma que se evite la introducción de elementos extraños que pudieran perjudicar el equipo o su higiene.

Es obligación del fabricante el correcto embalaje y carga de los equipos. El embalaje ha de garantizar que no sufran en el transporte ningún tipo de golpe, debiendo evitarse roces en la pintura y esfuerzos superiores a los que el equipo ha de soportar.

La recepción puede realizarse en fábrica o en los almacenes del receptor. En el primer caso se puede acordar la realización de los ensayos de contraste en el mismo banco que utiliza la fábrica. En el otro caso el fabricante puede desear nombrar un representante que presencie las pruebas y, para ello, se le debe comunicar con antelación el lugar y la fecha de las mismas.

En el momento de la recepción, se ha de comprobar que los equipos corresponden al modelo y a las características señaladas en el pedido. Se contrastarán todos los equipos con sus certificados de calidad y en el caso de que así se haya acordado, se separarán y marcarán los equipos para los ensayos de contraste de recepción.

### **3.2.5.8.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

En caso de que los elementos formen parte de un precio estos no tendrán derecho a abono individualizado.

En el precio se incluye la tornillería de acero inoxidable, las juntas elastoméricas de estanqueidad, así como la instalación y las pruebas necesarias para su asegurar su correcto funcionamiento.

### **3.2.6.- Carretes de desmontaje**

#### **3.2.6.1.- Características**

Siempre que se coloque una válvula se deberá colocar un carrete de desmontaje del mismo diámetro.

El citado carrete estará compuesto de una parte fija (camisa exterior) y una parte móvil (camisa interior) que deslice ajustada por el interior de la parte fija. Una "brida loca" situada sobre la parte móvil, aprieta contra una brida fija intermedia una junta tórica que hace estanco el juego imprescindible que existe entre las camisas exterior e interior. Las bridas de los carretes serán de acero al carbono ST-37-2 y según norma UNE-EN-1092-2, y las camisas o virolas de acero inoxidable AISI-316.

Los elementos estarán pulidos interior y exteriormente y no irán pintados.

La presión de servicio será de dieciséis atmósferas (16 atm.).

Deberán ser montadas varillas roscadas pasantes en el 100 % de los agujeros de las bridas exteriores y deberán alcanzar igualmente a la válvula junto a la que se coloca el carrete.

La junta de estanqueidad será de caucho natural y tendrá las mismas características que el empleado para las tuberías en las que se va a colocar el carrete de desmontaje. Medición y Abono.

Las unidades descritas en este artículo, incluida su total colocación, serán objeto de abono independiente solamente en el caso de que no se encuentren englobadas en el precio de la unidad correspondiente.

En ese caso se medirá por unidades completas, es decir, equipadas y terminadas, abonándose las ejecutadas a los precios correspondientes que para cada una figuran en el cuadro de precios número 1.

#### **3.2.6.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.



En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

Los elementos asociados se medirán y abonarán según se define en el cuadro de precios nº 1.

En caso de que los elementos formen parte de un precio estos no tendrán derecho a abono individualizado.

En el precio se incluye la tornillería de acero inoxidable, las juntas elásticas de estanqueidad, así como la instalación y las pruebas necesarias para su asegurar su correcto funcionamiento.

### **3.2.7.- Válvulas de pequeño diámetro. Definición y características**

#### **3.2.7.1.- Características**

Las válvulas o llaves de paso de diámetro nominal igual o inferior a dos pulgadas (2'), serán de compuerta con husillo de latón laminado estacionario, cuerpo y cuña monobloque de bronce y volante metálico. Dispondrán de extremos roscados y responderán a una presión de servicio de diez atmósferas (10 atm.), que deberá figurar grabada en su exterior.

#### **3.2.7.2.- -Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

Los elementos asociados se medirán y abonarán según se define en el cuadro de precios nº 1.

En caso de que los elementos formen parte de un precio estos no tendrán derecho a abono individualizado.

### **3.3.- REJAS FIJAS**

#### **3.3.1.- Características**

Reja manual de gruesos formada por perfiles laminados y tubulares, inclinación 75° Marca: Prammar o similar; Montaje: mural; Material: acero inoxidable AISI 316L, Barrote 8x80mm, separación barrote: 100mm, incluido marco, anclajes, estructura de apoyo e inclinación, lanza 10m rasqueta manual extensible para limpieza.

Protección anticorrosiva: - Tratamiento químico en baño de ácido (FH-NO3H). Limpieza con chorro de agua a presión

#### **3.3.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

### **3.4.- CESTA DE BREDESBASTE**

#### **3.4.1.- Características**

Cesta de predesbaste de dimensiones 1.5x1.5x1.5 m conformada por barros tubulares 4x80mm de paso 100 mm en estructura de acero inoxidable AIS316, incluidos bastidores, amarre de tiro, cadena, marco y perfiles guía de entrada, placas de anclaje, base de apoyo, ganchos y refuerzos de estructura.

### **3.4.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

### **3.5.- REJA AUTOMÁTICA**

#### **3.5.1.- EBAR los Barrios**

Reja de desbaste automática EBAR los Barrios modelo RAKE MAX de Huber o similar.

Datos técnicos

Capacidad Q = 360 l/s

Luz de paso e = 40 mm

Perfil de la rejilla Perfil rectangular 60/8

Ancho del tamiz 1275 mm

Altura de los barrotes 2500 mm

Ancho total tamiz B = 1443 mm

Ángulo de instalación  $\alpha = 75^\circ$

Altura de descarga sobre coronación del canal 1130 mm (aprox)

Altura de descarga sobre fondo del canal H1 6630 mm (aprox)

Altura de la máquina sobre el fondo del canal H2 7685 mm (aprox)

Longitud de instalación F 2932 mm (aprox)

Número de peines 7

Descarga max. de residuos 4,3 m<sup>3</sup>/h

Material 316L (1.4404) o equivalente

Material de la cadena acero inoxidable, eslabones en 316 L, casquillo y bulón en AISI 431 o equivalente, Tipo de cadena: M112

Material Piñón 316L (1.4404) o equivalente

Peso m = 1786 kg sin tobogán de descarga y soporte (aprox)

Accionamiento del tamiz, Motor asíncrono

Fabricante Bauer o equivalente

Tipo BK60Z-74VH

Potencia nominal P = 2,2 kW

Intensidad nominal I = 4,6 A

Tensión U = 400 V

Frecuencia f = 50 Hz

Velocidad de salida del reductor n = 9,5 min<sup>-1</sup>

Grado de protección IP65

Protección del motor Protección del motor en cuadro eléctrico

Indice de protección sin protección Ex

Clase de aislamiento F

Factor de potencia 0,8

Nivel de eficiencia en energética IE3

protección contra sobrecarga Detector inductivo

Fabricante ifm electronic o equivalente Tipo NF5003

Grado de protección IP 67

El equipo se compone de las siguientes partes:

Reja filtrante incluyendo perfiles de conexión en extremos superior e inferior

Delantal de descarga con tobogán y cubierta de inspección abatible de acero inoxidable

Elementos de limpieza constando cada uno de peine y su soporte. El montaje es atornillado lo que les hace fácilmente desmontables y reemplazables

Cadenas de eslabones accionadas y conducidas por sendas ruedas dentadas, superior e inferior y guías laterales.

Pistas de apoyo de las cadenas de eslabones

Accionamiento con sistema de protección contra sobrecarga (según especificación)

Bastidor con cubierta superior que da soporte al mecanismo de limpieza de los peines incluidas las placas de fijación del equipo

Sistema de protección de sobrecarga electro-mecánico mediante control del par motor con final de carrera

Apoyos de las ruedas dentadas:

Ruedas superiores: rodamientos

Ruedas inferiores: cojinete cerámico sin mantenimiento

Labio de EPDM para estanqueidad lateral

### **3.5.2.- EBAR los Puente Romano**

Reja de desbaste automática EBAR Pte. Romano modelo RAKE MAX de Huber o similar.

Datos técnicos

Capacidad Q = 410 l/s

Luz de paso e = 40 mm

Perfil de la rejilla Perfil rectangular 60/8

Ancho del tamiz 1275 mm

Altura de los barrotes 2500 mm

Ancho total tamiz B = 1443 mm

Ángulo de instalación  $\alpha = 75^\circ$

Altura de descarga sobre coronación del canal 776 mm (aprox)

Altura de descarga sobre fondo del canal H1 4776 mm (aprox)

Altura de la máquina sobre el fondo del canal H2 2435 mm (aprox)

Longitud de instalación F 2435 mm (aprox)

Número de peines 7  
Descarga max. de residuos 4,3 m<sup>3</sup>/h  
Material 316L (1.4404) o equivalente  
Material de la cadena acero inoxidable, eslabones en 316 L, casquillo y bulón en AISI 431 o equivalente, Tipo de cadena: M112  
Material Piñón 316L (1.4404) o equivalente  
Peso m = 1402 kg sin tobogán de descarga y soporte (aprox)  
Accionamiento del tamiz, Motor asíncrono  
Fabricante Bauer o equivalente  
Tipo BK60Z-74VH  
Potencia nominal P = 2,2 kW  
Intensidad nominal I = 4,6 A  
Tensión U = 400 V  
Frecuencia f = 50 Hz  
Velocidad de salida del reductor n = 9,5 min-1  
Grado de protección IP65  
Protección del motor Protección del motor en cuadro eléctrico  
Índice de protección sin protección Ex  
Clase de aislamiento F  
Factor de potencia 0,8  
Nivel de eficiencia en energética IE3  
protección contra sobrecarga Detector inductivo  
Fabricante ifm electronic o equivalente Tipo NF5003  
Grado de protección IP 67  
El equipo se compone de las siguientes partes:  
Reja filtrante incluyendo perfiles de conexión en extremos superior e inferior  
Delantal de descarga con tobogán y cubierta de inspección abatible de acero inoxidable  
Elementos de limpieza constando cada uno de peine y su soporte. El montaje es atornillado lo que les hace fácilmente desmontables y reemplazables  
Cadenas de eslabones accionadas y conducidas por sendas ruedas dentadas, superior e inferior y guías laterales.  
Pistas de apoyo de las cadenas de eslabones  
Accionamiento con sistema de protección contra sobrecarga (según especificación)  
Bastidor con cubierta superior que da soporte al mecanismo de limpieza de los peines incluidas las placas de fijación del equipo  
Sistema de protección de sobrecarga electro-mecánico mediante control del par motor con final de carrera  
Apoyos de las ruedas dentadas:

Ruedas superiores: rodamientos

Ruedas inferiores: cojinete cerámico sin mantenimiento

Labio de EPDM para estanqueidad lateral

### **3.5.3.- EBAR San Roque**

Reja de desbaste automática EBAR San Roque modelo RAKE MAX de Huber o similar.

Datos técnicos

Capacidad Q = 400 l/s

Luz de paso e = 40 mm

Perfil de la rejilla Perfil rectangular 60/8

Ancho del tamiz 1275 mm

Altura de los barrotes 2500 mm

Ancho total tamiz B = 1443 mm

Ángulo de instalación  $\alpha = 75^\circ$

Altura de descarga sobre coronación del canal 1443 mm (aprox)

Altura de descarga sobre fondo del canal H1 6630 mm (aprox)

Altura de la máquina sobre el fondo del canal H2 7685 mm (aprox)

Longitud de instalación F 2932 mm (aprox)

Número de peines 7

Descarga max. de residuos 4,3 m<sup>3</sup>/h

Material 316L (1.4404) o equivalente

Material de la cadena acero inoxidable, eslabones en 316 L, casquillo y bulón en AISI 431 o equivalente, Tipo de cadena: M112

Material Piñón 316L (1.4404) o equivalente

Peso m = 1786 kg sin tobogán de descarga y soporte (aprox)

Accionamiento del tamiz, Motor asíncrono

Fabricante Bauer o equivalente

Tipo BK60Z-74VH

Potencia nominal P = 2,2 kW

Intensidad nominal I = 4,6 A

Tensión U = 400 V

Frecuencia f = 50 Hz

Velocidad de salida del reductor n = 9,5 min<sup>-1</sup>

Grado de protección IP65

Protección del motor Protección del motor en cuadro eléctrico

Índice de protección sin protección Ex

Clase de aislamiento F

Factor de potencia 0,8

Nivel de eficiencia en energética IE3

protección contra sobrecarga Detector inductivo

Fabricante ifm electronic o equivalente Tipo NF5003

Grado de protección IP 67

El equipo se compone de las siguientes partes:

Reja filtrante incluyendo perfiles de conexión en extremos superior e inferior

Delantal de descarga con tobogán y cubierta de inspección abatible de acero inoxidable

Elementos de limpieza constando cada uno de peine y su soporte. El montaje es atornillado lo que les hace fácilmente desmontables y reemplazables

Cadenas de eslabones accionadas y conducidas por sendas ruedas dentadas, superior e inferior y guías laterales.

Pistas de apoyo de las cadenas de eslabones

Accionamiento con sistema de protección contra sobrecarga (según especificación)

Bastidor con cubierta superior que da soporte al mecanismo de limpieza de los peines incluidas las placas de fijación del equipo

Sistema de protección de sobrecarga electro-mecánico mediante control del par motor con final de carrera

Apoyos de las ruedas dentadas:

Ruedas superiores: rodamientos

Ruedas inferiores: cojinete cerámico sin mantenimiento

Labio de EPDM para estanqueidad lateral

#### **3.5.4.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

### **3.6.- SINFÍN COMPACTADOR**

#### **3.6.1.- Características**

Tornillo transportador y sinfín compactador ø355mm x long 5000mm AISI-316 modelo Ro8 355 5000 de Huber o similar

Datos técnicos

Medio a transportar residuos (compactados)

Capacidad 8 m<sup>3</sup>/h

Longitud para transporte 3970 mm

Longitud total del equipo 8000 mm

Ángulo de instalación 15 °

Diámetro del tornillo 355 mm

Dirección de transporte Screw shaft empuje

Peso 1120 kg

Material 316L (1.4404) o equivalente

Accionamiento, Motor asíncrono  
Fabricante Bauer o equivalente  
Tipo BF50-74W DPE09XB4C/C2-SP  
Potencia nominal P = 2,2 kW  
Intensidad nominal I = 4,6 A  
Intensidad de arranque I = 32,2 A  
Tensión U = 400 Y V  
Frecuencia f = 50 Hz  
Velocidad de salida del reductor n = 20 min-1  
Velocidad de giro del motor n = 1450 min-1  
Grado de protección IP65  
Protección del motor Protección del motor en cuadro eléctrico  
Índice de protección sin protección Ex  
Clase de aislamiento F  
Factor de potencia 0,8  
Nivel de eficiencia en energética IE3  
Peso 95 kg  
Tolva de alimentación  
Número de tolvas de entrada 2  
Longitud 800 mm  
Ancho 600 mm  
Altura 1000 mm  
Material 304L (1.4307) o equivalente

### **3.6.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

## **3.7.- COMPACTADOR LAVADOR**

### **3.7.1.- Características**

Compactador-lavador  
Datos técnicos  
Reducción de peso esperada 65 - 75 %  
Compactación del residuo a 35 - 40 %DS  
Material 304L (1.4307) o equivalente  
Longitud de equipo 2643 mm  
Número de tolvas de entrada 1  
Agua de lavado Agua de servicio, efluente secundario

Consumo de agua de lavado 8 l/s  
Presión requerida 4 - 5 bar, 8 m<sup>3</sup>/h  
Calidad del agua (Tamaño de partícula) 200  $\mu$ m  
Conexión de agua 1 1/2" Acoplamiento GEKA  
Accionamiento del tornillo, Motor asíncrono  
Fabricante Bauer o equivalente  
Potencia nominal P = 4 kW  
Intensidad nominal I = 7,9 A  
Tensión U = 400 V  
Frecuencia f = 50 Hz  
Velocidad de salida del reductor n = 17 min<sup>-1</sup>  
Velocidad de giro del motor n = 1450 min<sup>-1</sup>  
Grado de protección 65  
Protección del motor Protección del motor en cuadro eléctrico  
Peso 142 kg  
Sonda de presión.  
Fabricante VEGA o equivalente  
Tensión 24 V DC  
Señal de salida 4 - 20 mA  
Rango de medida 0 - 400 mbar  
Conexión a proceso 1 1/2 "  
Índice de protección sin protección Ex  
Accionamiento del impulsor  
Cantidad 1  
Tipo de impulsor Rodete vortex  
Material del impulsor Fundición gris  
Fabricante ABS o equivalente  
Tipo XFP100 E  
Potencia nominal P = 6 kW  
Intensidad nominal I = 13,59 A  
Tensión U = 400 Y/D V  
Frecuencia f = 50 Hz  
Velocidad de salida del reductor n = 0 min<sup>-1</sup>  
Velocidad de giro del motor n = 1465 min<sup>-1</sup>  
Grado de protección IP 68  
Protección del motor Protección del motor en cuadro eléctrico  
Índice de protección sin protección Ex EExd II BT 4



Tolva de alimentación  
Número de tolvas de entrada 1  
Longitud 800 mm  
Ancho 800 mm  
Altura 1500 mm  
Material 304L (1.4307) o equivalente  
Distribuidor de agua  
Fabricante Electroválvula Bürkert Tipo 6281 o equivalente  
Material latón  
Cantidad 2  
Tensión  $U = 24 \text{ V DC}$   
Potencia nominal  $P = 8 \text{ W}$   
Conexión a proceso 1"  
Tubería de descarga  
Longitud de la tubería cónica 2500 mm  
Ángulo de descarga  $45^\circ$   
Tipo de descarga  
Válvula de esfera con accionamiento eléctrico  
Diámetro DN 100  
Fabricante Deufra o equivalente  
Tipo OA 08  
Potencia nominal  $P = 0.1 \text{ kW}$   
Intensidad nominal  $I = 0,6 \text{ A}$   
Tensión  $U = 400 \text{ V}$   
Frecuencia  $f = 50 \text{ Hz}$   
Grado de protección IP 67  
Indice de protección sin protección Ex  
Cuadro eléctrico con panel táctil (HMI) Pretratamiento

Panel de control de acuerdo con las normas UVV y VDE equipado con todos los elementos requeridos para el funcionamiento automático del equipo. Esquemas eléctricos como parte del manual de instrucciones (una copia adicional en el cuadro eléctrico). Envolvente Rittal o similar, grado de protección IP 54, material en chapa de acero pintado RAL 7035. Incluye PLC y HMI. El cuadro eléctrico está diseñado de acuerdo con las condiciones ambientales descritas en la IEC 60204-1: Temperatura del aire:  $+5^\circ\text{C}$  a  $+30^\circ\text{C}$ , Humedad: 50% @  $40^\circ\text{C}$  sin condensación, Sin contacto con gases corrosivos o agresivos, atmósfera explosiva, radiación, polvo, sales etc.

### **3.7.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

### **3.8.- TRITURADOR**

#### **3.8.1.- Características**

Equipo de trituración de sólidos y fibras dimensionado para  $Q_{max} = 580$  l/s y condición de paso mínimo de 10%  $Q_{max}$ ., compuesto por materiales AISI-316 L, IP68 ATEX. 1450 rpm, 400V 50 Hz, Forma V; Aislamiento F. modelo XRG136-1120QD-HCD de VOGELSANG o similar

Altura anchura mínima del canal: 1120 mm

Condiciones de operación

Medio aguas residuales

Caudal 2080 m<sup>3</sup>/h (approx. 580 l/s)

Contenido en sólidos Estándar

Temperatura <40°C

pH neutral

Insensible al funcionamiento en seco

Cierre mecánico encartuchado

Se incluyen mangueras para el drenaje del aceite

Materiales de construcción

Rotores Acero especial de alta resistencia al desgaste

Anchura de las cuchillas 9.8 mm

Segmentos Acero

Placas de desgaste Acero especial de alta resistencia al desgaste

Cierre mecánico Blockring / Duronit

Juntas tóricas NBR

Diámetro del eje 50 mm

Motoreductor de engranajes paralelos

Fabricante motor EMOD motoren GmbH o similar

Tipo TMUIE2 160/4 - B5 - IP68

Potencia 4.0 kW

Voltage 400/690V

Frecuencia 50 Hz

Velocidad de salida 1485 rpm

Protección IP68

3 x termistores

Fabricante reductor Getriebbau Nord

Tipo SK4282 AZGH66 IEC160

Velocidad de salida aprox. 45 rpm  
Unidades de ampliación de caudal con "cleaning fingers" incorporados  
Material de construcción Acero inoxidable  
Fabricante motor EMOD motoren GmbH  
Tipo TMUIE2 80/4 - B14 - IP68  
Nº unidades 2  
Velocidad salida motor 1415 rpm  
Nº de motores 2  
Potencia 0.25 kW  
Protección IP68  
Reductor SK2282 AZGH66 IEC 90  
Velocidad salida aprox. 14 rpm  
Pintura:  
Recubrimiento con pintura anti corrosiva. Acabado: RAL 3020 (rojo semáforo)  
Motor: Recubrimiento con pintura anti corrosiva. Acabado: RAL 9006 (aluminio blanco)

### **3.8.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

## **3.9.- POLIPASTOS Y EQUIPOS DE ELEVACIÓN**

### **3.9.1.- Polipasto giratorio de 500 Kg**

Grúa pluma giratoria extracción de elementos tanque de tormentas  
Polipasto Eléctrico de 500 Kg  
Servicio: Bombas y elementos de tanque de tormentas  
Tipo: Estructura metálica grúa giratoria con anclaje a muro o base de hormigón. Brazo de 3,5m y altura 4,0m sobre base soporte  
Capacidad de elevación: 500 Kg  
Velocidad de elevación: 8-1.3 m/min  $\pm$  5%  
Potencia del motor elevación: 5/ 0,83/ Aislamiento clase F  
Protección: IP-54  
Recorrido máx. de gancho: 8,0 m  
Tensión de alimentación: 400 V 50 Hz  
Cuadro local de accionamiento y paro  
Final de carrera de rápida a lenta y final de carrera de seguridad  
Prefrenado eléctrico a velocidad lenta con ahorro de ferodo un 35%  
Cable de acero con infiltración plástica que alarga su vida un 30%  
Limitador contra sobrecargas

Seguridades según RD 1215/97

Certificado CE, de cable y del gancho

Unidad totalmente instalada

### **3.9.2.- Polipasto giratorio 1500 Kg**

Grua pluma giratoria extracción de elementos tanque de tormentas

Polipasto Eléctrico de 1500 Kg

Servicio: Bombas y elementos de tanque de tormentas

Tipo: Estructura metálica grua giratoria con anclaje a muro o base de hormigón. Brazo de 7.0m y altura 4,5m sobre base soporte

Capacidad de elevación: 1000 Kg

Velocidad de elevación: 8-1.3 m/min  $\pm$  5%

Potencia del motor elevación: 5/ 0,83/ Aislamiento clase F

Protección: IP-54

Recorrido máx. de gancho: 8,0 m

Tensión de alimentación: 400 V 50 Hz

Cuadro local de accionamiento y paro

Final de carrera de rápida a lenta y final de carrera de seguridad

Prefrenado eléctrico a velocidad lenta con ahorro de ferodo un 35%

Cable de acero con infiltración plástica que alarga su vida un 30%

Limitador contra sobrecargas

Seguridades según RD 1215/97

Certificado CE, de cable y del gancho

#### **3.9.2.1.- Puente grúa**

Servicio: EBAR

Características:

Concepción: Grúa Puente

Nº de ramales: 2/1

Servicio: Interior

Capacidad de elevación: 3500 Kg

Luz entre ejes de railes: 15.2 m

Railes: 24.5m

Recorrido total del gancho: 15-13 m

Clasificación:

Estructura: S275JR y S316

Mecanismos: M5

MECANISMO DE ELEVACIÓN

Velocidad de elevación: 4/1,33 m/min.

Motor: Tipo: 2,6/0,86 Kw. - 1500/500 rpm - Y - 50 Hz

Accionamiento: Arranque directo

Tamaño del motor: 112M

#### MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN DE CARRO

Velocidad de traslación: 0, 20 m/min.

Motor(es)-Freno: 1

Tipo: 0,96 Kw. - 1500 rpm - D - 87Hz

Accionamiento: Variador de frecuencia

Rueda: 4 ruedas de 130 mm.

#### MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN DE PUENTE

Velocidad de traslación: 0, 40 m/min.

Motores-Freno: 2

Tipo: 0,96 Kw. - 1500 rpm - D - 87Hz

Accionamiento: Variador de frecuencia

Rueda: 4 ruedas de 160 mm.

#### VARIOS

La grúa irá provista de: 30 m de alimentación eléctrica mediante manguera plana de neopreno, Motores trifásicos con rotor en jaula de ardilla, Aislamiento Clase F, protección IP55, freno electromagnéticos, limitador de carga y finales de carrera en todos los movimientos

Chorro de la estructura metálica (ET-70C)

Mandos por medio de botonera de pulsadores desplazable a lo largo del puente e independientemente del carro polipasto.

La grúa irá provista de variador en puente.

Incluye suministro y montaje (interior) de línea de alimentación eléctrica blindada de 4/40 Amp. sin juntas de dilatación, para 1 grúa(s), siendo la toma de corriente extrema.

Plataforma elevadora para el montaje de la línea

Enrollador de cable y cuadros de protección local

#### RODADURA

24.5 m. de carril para la rodadura de la(s) Grúa(s) para distancia máxima de 6,0 m entre apoyos y cuadrado 40\*30 apoyado todo el conjunto en ménsulas del edificio

Unidad totalmente instalada con frenos, topes, .. y probada s/ especificaciones técnicas y normativa vigente.

### **3.9.3.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento

Los carriles de rodadura y resto de elementos se abonarán dentro del propio precio si así es definido en el Cuadro de Precios nº1.

### **3.10.- CUCHARA BIVALVA**

#### **3.10.1.- Características**

- Servicio: Extracción de sólidos del pozo de gruesos.
- Tipo: anfibia.
- Marca: BLUG o similar.
- Capacidad (litros): 500.
- Peso (kg): 650.
- Presión de trabajo (bar): 120
- Tiempo de cierre (s): 8.
- Tiempo de apertura (s): 4.
- Incluye peine y orificios de escurrido.

Accionamiento: electrohidráulico de doble efecto.-Motor eléctrico:

- Potencia nominal (kW): 4,0.
- Velocidad (rpm): 1500. Materiales:
- Acero S355 J2G3 pintado
- Acabado:-3 capas de recubrimiento de pintura alquitrán-epoxi de color negro, curada con poliamida de 2 componentes, con un espesor de 50 micras por cada capa de película seca.

Diseño y Construcción s/ normas F.E.M. 1001/98 Sección I

Unidad totalmente instalada y probada

#### **3.10.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento

Los carriles de rodadura y resto de elementos se abonarán dentro del propio precio si así es definido en el Cuadro de Precios nº1.

### **3.11.- CONTENEDOR METÁLICO**

#### **3.11.1.- Características**

- Capacidad: 7 m3
- Tipo: rodante.
- Sistema de vaciado: big-bag interior anclado al contenedor por las asas.
- Drenaje: por un orificio en cada esquina.
- Vigas laterales en UPN de 120 mm y UPN de 60 mm.
- Refuerzos frontales en chapa plegada de 5 mm y UPN de 60 mm.
- Cogidas de volteo con redondo de 30 mm de Ø.
- Tetones de izado con redondo de 50 mm de Ø.
- Soldadura con máquina semiautomática de hilo continuo, bajo protección con mezcla de gases.
- Pintado con una capa de imprimación al fosfato de zinc y dos capas de esmalte a elección del cliente.

- Tipo ruedas: giratorias con bandaje de nylon.
- Número de ruedas: cuatro (4).
- Diámetro de rueda: 200 mm.
- Peso que soportan las ruedas: 300 kg/ud.
- Soporte reforzado de acero estampado y platina para sujeción.
- Cuadrícula: 80 x 80.
- Con mecanismo de frenado en al menos 2 ruedas.

### **3.11.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento

Los carriles de rodadura y resto de elementos se abonarán dentro del propio precio si así es definido en el Cuadro de Precios nº1.

## **3.12.- COMPUERTAS**

### **3.12.1.- Características**

Las compuertas deberán diseñarse según la norma DIN 9569 y podrán ser de los siguientes tipos:

- Compuerta mural: estanqueidad 4 lados
- Compuerta canal: estanqueidad 3 lados

El bastidor, la estructura, refuerzos, tablero y huso serán de AISI 316 L. La tuerca de accionamiento será de bronce CC491K (RG-5). La junta de estanqueidad será de EPDM/NBR.

Los materiales del cierre deberán garantizar la apertura de la compuerta aunque haya estado sometida a largos periodos de cierre.

Las compuertas podrán ser de accionamiento manual con volante o reductor, motorizadas con motor eléctrico o con cilindro neumático o hidráulico.

El mecanismo de elevación estará formado por un juego de engranajes cónicos encerrados en un cárter.

El accionamiento manual se llevará a cabo por medio de un volante fijo sujeto a una columna de maniobra situado en la parte superior del canal, que será de fundición nodular.

En el caso que el accionamiento de las compuertas sea automático, llevarán los equipos necesarios para poder ser accionadas manualmente en caso de emergencia.

Los actuadores tendrán características similares a los de las válvulas de mariposa.

En caso de funcionamiento bidireccional los cierres garantizaran la estanqueidad en ambos sentidos.

Las dimensiones previstas serán las definidas en planos y en los presupuestos parciales del proyecto.

Se dispondrán compuertas con accionamiento motorizado que cumplirán las siguientes características:

- Cuerpo y tablero en acero inoxidable AISI316L Cierre a 3/4 lados en EPDM.
- Estanqueidad de acuerdo a la norma DIN 19569-4. Medidas: s/ cuadro

- Accionamiento mediante actuador eléctrico. 400/3/50Hz.
- Limitador de par, volante manual de emergencia y finales de carrera. Servicio Todo/nada.
- Husillo en acero inoxidable AISI316L Columna de maniobra en GJS500.
- Altura desde la solera hasta la columna: la señalada en presupuestos y planos.
- Columna de agua: la señalada en presupuestos y planos.
- Tratamiento superficial del acero inoxidable: Chorreado con microesferas de vidrio de silicato sódico cálcico granulado, grado SA 2 1/2.
- Bastidor, estructura y refuerzos: AISI 316L.
- Tablero: AISI 316L.
- Guías de deslizamiento y cuñas: PE.
- Husillo: AISI 316.
- Estanqueidad: Cierre en bronce-bronce y EPDM, banda de neopreno.
- Tuerca de accionamiento: bronce
- Tornillería: acero inoxidable A4

### **3.12.2.- Control de calidad**

El Adjudicatario presentará a la Dirección de Obra el Plan de Control de Calidad correspondiente a todos y cada uno de los trabajos que son necesarios para la recepción en obra y el montaje de las compuertas.

Los puntos de control que, como mínimo, se establecerán serán los siguientes:

- Identificación de todos los materiales con los certificados del fabricante, incluyendo la inspección visual y dimensional de cada uno de ellos.
- Certificado de protocolo pruebas motor.
- Certificado de protocolo pruebas reductor.
- Certificados proceso tratamiento superficies y pintado.
- Certificado garantía proveedor.
- Comprobación de la documentación final que deberá ser enviada antes de la entrega del equipo.
- Homologación de procedimiento de soldadura y soldadores antes del comienzo de la fabricación.
- Comprobación fijación, linealidad y limpieza cojinetes intermedios.
- Comprobación del conexionado eléctrico, hidráulico o neumático, a la presión de servicio, y estanqueidad caja conexiones.
- Comprobación de engrases.
- Comprobación de abertura, cierre e indicador de posición o regulador.
- Comprobación del ajuste del par de cierre y paro de seguridad.
- Comprobación de la estanqueidad.
- Inspección de limpieza, pintura y adherencia de la capa final.



### 3.12.3.- Motorización de compuerta

Será de aplicación sólo a aquellas compuertas que así lo indique el presupuesto y/o planos. De lo contrario serán manuales.

La solución que se adopta consiste en acometer con el mecanismo Electro-Manual, mediante el acoplamiento adecuado a cada compuerta, al eje principal de la misma, lo cual permitirá efectuar las maniobras de apertura y cierre por medio de motor eléctrico, pero dispone de maniobra manual de socorro para el caso de falta de fluido eléctrico.

Las características principales son:

- Un husillo de acero roscado, con su extremo inferior preparado para amarrar al tablero de la compuerta.
- Una tuerca de bronce para el accionamiento del husillo.
- Un motor eléctrico asíncrono trifásico 380 V 50 Hz, de rotor en jaula, de doble velocidad: 1500 / 500 r.p.m., con protección IP-55. El montaje es por brida, con aislamiento térmico clase F, y sin freno.
- El mecanismo electro-manual irá provisto de un motor eléctrico, asíncrono trifásico 380 V 50 Hz, de rotor en jaula de dos velocidades, 1.500 / 500 r.p.m. (2 y 6 pares de polos) y de 1/0,33 CV de potencia que mediante la adecuada reducción proporciona una velocidad a la compuerta de 0'02 mts./seg. El montaje es por brida, con aislamiento térmico clase F
- Además, el motor irá equipado con freno eléctrico que actuará justo cuando se dé la orden de parada al motor, con lo cual garantizamos el enclavamiento de la compuerta en cualquier posición, y obtenemos sí una regulación fina y eficaz en el canal.
- Accionamiento de socorro: A fin de evitar posibles accidentes, las maniobras eléctricas y la manual de socorro serán independientes, de forma que en ningún caso puedan estar conectadas ambas a la vez. El dispositivo que asegura la no simultaneidad de los dos accionamientos es mediante embrague dentado de tres posiciones.
- Una reducción de engranajes dispuesta entre el motor eléctrico y la tuerca de bronce. Una caja metálica conteniendo los elementos mecánicos descritos.
- Un volante para el accionamiento manual de socorro, para el caso de fallo de suministro eléctrico.
- Un doble embrague, situado en la caja del reductor, que permite que la compuerta sea accionada a voluntad eléctrica o manualmente, impidiendo que ambos sistemas actúen a la vez.
- Un tubo de protección del husillo, con indicador de la posición de la compuerta. Una bancada metálica para el apoyo del mecanismo.
- Se instalará sobre una columna metálica adosada a la compuerta y anclada al paramento.
- El equipo eléctrico de maniobra irá emplazado en el interior de un armario aislante IP-54, el cual se colocará en el interior de la caseta existente junto a cada grupo de compuertas, está diseñado para que se alcance sin más que elegir desde la caseta de control situada en la margen del canal la posición de la compuerta sobre un consignor digital.
- Para alcanzar esta precisión se ha previsto la instalación de captadores de posición de compuerta con salida codificada y una precisión de medida mayor de 0.25 cm. a lo largo de todo el rango de medida.

- Dado que el accionamiento de las compuertas dispone de dos velocidades de maniobra se ha previsto que el sistema automático realice la selección de la velocidad más indicada (si la distancia entre el valor de consigna deseada y situación real es superior a 20 cm. la velocidad rápida, en caso contrario la lenta).
- El sistema automático también supervisa posibles atascamientos de la compuerta que podrían traducirse en desplazamientos no deseados del contrapeso. Para ello se apoya en el detector de proximidad previsto a tal efecto en el proyecto.
- También se colocarán finales de carrera que accionados por el contrapeso o por el propio tablero de la compuerta produzcan el paro del motor, cuando se alcancen las posiciones extremas de compuerta cerrada y de máxima abertura.
- El sistema automático es, a su vez, capaz de posicionar las compuertas en función de señales recibidas, desde el puesto de control del canal.

#### **3.12.4.- Medidor de posición lineal para compuertas**

Como Medidor de Posición Lineal para las compuertas tipo Contrapeso o Husillo se propone el modelo RIPOS Tipo MGIM, de la marca Rittmeyer o similar, con el módulo electrónico salida de señales de proceso MGDA. Es un captador transmisor del ángulo de rotación de su eje.

Características Técnicas:

- Principio del transductor: Óptico, de 12+12 bits
- Sentido de rotación: libre, a parametrizar desde el extremo del cable de señal (no desde la compuerta).
- Rango de medida: 0 ... 4096 vueltas.
- Precisión:  $\pm 0,044^\circ$
- Señal de salida: codificada 21 Bit (BCD, Gray o binario)
- Alimentación: 24 V DC.
- Consumo: < 6W.
- Separación galvánica incorporada.
- Temperatura de trabajo: - 20°C a 65°C.
- Protección: IP67, en caja de metal ligero con desecativo interno (opcional IP68)
- Módulo de salida analógica cuatro hilos, 4...20 mA, para montaje en el captador MGI, con protección sobretensiones y aislamiento galvánico entre la alimentación y la señal analógica.
- Para alimentación a 19...28 V c.c.
- Error total: 0.02% sobre fin de escala.
- Incluye módulo de visualización con display, y de programación
- Accesorios mecánicos.
- Se propone la utilización de elementos para acoplamiento del captador de posición lineal a un elemento móvil de válvula o compuerta cuya señal de salida sea proporcional al movimiento de la misma, que está compuesto por:
- Soporte adecuado en acero cadmiado.
- Polea directriz y guía con corona en material plástico y cubo de aleación ligera. Cadena calibrada en acero inoxidable.

- Acoplamientos directos en acero inoxidable.
- Instalación:
- Se acoplará al órgano móvil de la válvula o compuerta una cadena de eslabones cruzados, pasando por una o varias poleas (según cada caso particular) en una de las cuales se acoplará el sensor de posición. La cadena formará un bucle cerrado con polea tensora (en caso de no ser posible se acoplará un contrapeso en el extremo libre de la cadena con guía de PVC).
- De ser necesario, se dispondrá entre la polea y el sensor un mecanismo desmultiplicador de movimiento. De esta manera el sensor sólo recibirá el número de vueltas que tenga asignado como rango máximo.
- Todos los mecanismos instalados permitirán la visualización de los diales indicadores existentes. El lugar de instalación será de fácil accesibilidad.

### 3.12.5.- Motorización

El accionamiento incorporará servomotor con variador y regulación de apertura variada controlada IP- 68. Mando manual de emergencia con volante y embrague. Indicador mecánico de posición (de recorrido a lo largo del husillo). Interruptores fin de carrera (arriba-abajo). Limitador de para (T/C), botonera de accionamiento, y cableado.

El servomotor dispondrá de la potencia ajustada a la dimensión de cada compuerta. Este servomotor es de aplicación a gato neumático, husillo, accionamiento de cadenas o cables.

<b>RMV 304 / RMT 304. Par de accionamiento</b>				
POTENCIA (kW)	RMT-304 (1 husillo)		2/RMT/RMW-304 (2 husillo)	
	Par (Nm)		Par para cada husillo (Nm)	
	Velocidad	Velocidad alta	Velocidad	Velocidad alta
	std. 45 r.p.m	90 r.p.m.	std. 45 r.p.m	90 r.p.m.
0,55	70	-	-	-
0,75	90	60	40	-
1 1/9	140	80	70	40
1,50	180	110	90	60
2,20	270	170	130	80
3,00	350	230	180	110
RMV 308 / RMT 308.				

<b>PARES DE ACCIONAMIENTO MÁXIMO POSIBLES</b>						
Material grupo corona – vis-sin-fín		Fundición nodular o esferoidal			Hasta 450 mN	
		Bronce aluminio DIN 1715			Hasta 600 mN	
Diámetro max. husillo compuerta					Hasta 450 mN	
Relaciones de reducción						
304	01:02,6	01:04,7	1:06	01:07,5	01:10,8	1:16
308	01:04,1	1:05	01:06,6	1:09	01:12,3	1:19

### 3.12.6.- Medición y abono

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

Los precios incluyen

- Accionamiento mediante actuador eléctrico 400/3/50Hz, SERVOMOTOR.
- Limitador de par, volante manual de emergencia y finales de carrera.
- Husillo en acero inoxidable AISI-316L.
- Columna de maniobra en GJS500.
- Bastidor, estructura y refuerzos: AISI-316L. Tablero: AISI-316L. Guías de deslizamiento y cuñas: PE. Husillo: AISI-316.
- Estanqueidad: Cierre en bronce-bronce y EPDM, banda de neopreno. Tuerca de accionamiento: bronce
- Tornillería: acero inoxidable A4,
- Mando manual de emergencia con volante y embrague. Indicador mecánico de posición.
- Interruptores fin de carrera (arriba-abajo).
- Limitador de para (T/C).
- Incluso operaciones previas de preparación de soporte para el montaje y p.p. de obra civil correspondiente, incluido recibido de compuerta a base de suministro y colocación de cemento sin retracción, anclajes, pequeño encofrado y reparaciones finales en zonas vistas.

### 3.13.- AGITADOR SUMERGIBLE

#### 3.13.1.- Característica

Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de auto-limpieza de álabes.

- Diámetro de la hélice: 300 mm
- Velocidad de la hélice: 972 rpm
- Ángulo de la hélice: °
- Número de álabes: 3

Motor:

- Motor trifásico con rotor en jaula de ardilla. Clase de protección IP 68 y estator con aislamiento clase F (155 °C). Los agitadores modelo XRW 210 y XRW 300 tienen aislamiento clase H con desactivación a 140 °C. Sumergencia máxima 20 m. Sistema de arranque directo. El motor es apto para servicio continuo. Ejecución compacta con eje de una sola pieza.

Datos del motor:

- Potencia nominal en el eje (P2): 2,9 kW
- Potencia nominal absorbida de red (P1): 3,5 kW
- Tensión nominal: 400 V
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Intensidad nominal: 7,2 A
- Factor de potencia 0,71
- Longitud (tipo) del cable: 10 (CSM-S1BN8-F) m

Protección del motor:

- Protecciones térmicas: TCS con sensor en el estátor (opcional sensor PTC o PT100 en estátor).
- Protecciones de estanqueidad: sistema DI con sensores en en la cámara de aceite, motor y caja de conexiones

Materiales:

- Carcasa del motor: 1.4571 (AISI 316)
- Hélice: 1.4460 (AISI 329)
- Eje del motor: 1.4571 (AISI 316)
- Tornillería: 1.4401 (AISI 316)
- Soporte: 1.4408 / poliamida (CF-8M)
- Protección anticorrosiva: suministro estándar con un recubrimiento epoxi de 120 micras. Opcional para equipos en ejecución EC de recubrimiento epoxi de 400 micras (360 micras para RW 900).
- Peso: 93 kg
- Reductora (sólo para RW 900):
- Sistema de engranajes planetarios de alto rendimiento. Gran resistencia a la fatiga y desgaste, con una vida útil estimada de 100.000 horas.

Otros:

- Hélice de diseño optimizado, con excelente efecto de autolimpieza, para un funcionamiento carente de vibraciones. Diseñada para conseguir grandes empujes y, por tanto, un gran caudal en dirección axial.
- Anillo deflector de sólidos patentado, que protege la junta mecánica de posibles daños causados por la entrada de materiales sólidos y fibrosos.
- Rodamientos lubricados de por vida y libres de mantenimiento. Diseñados para una vida útil estimada de más de 100.000 horas de funcionamiento.

Opciones y accesorios:

- Versión antideflagrante, aro de corriente, juntas en vitón, manguito protector de cable (vitón o VA-25), cable EMC.
- Accesorios: asa de elevación, ajuste del ángulo en vertical, amortiguador de vibraciones, pantalla anti-vórtices, sistema de lavado de junta mecánica.

### **3.13.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

## **3.14.- PANTALLAS DEFLECTORAS**

### **3.14.1.- Características**

Consisten en barreras de polipropileno o de acero inoxidable AISI-316L sobre estructura de acero inoxidable AISI316L colocadas a una cierta distancia del muro de alivio, obligando a que el agua pase entre la pantalla y el muro, reteniendo de este modo los objetos flotantes.

Las pantallas dispondrán de soportes y refuerzos fabricados en acero inoxidable AISI 316, pantalla mediante láminas de polipropileno de 15 mm de espesor o acero inoxidable 5 mm AISI316L. Tornillería en A4.

Las dimensiones de la pantalla corresponderán a la totalidad de la longitud del aliviadero y la altura necesaria para penetrar al menos 0.5m bajo cota de coronación establecida. Las dimensiones están establecidas en la tabla de características de equipos de cada aliviadero.

La plancha estará adosada a compuerta y será móvil en función de la cota de la misma.

### **3.14.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

## **3.15.- CLAPETA ANTIRETORNO**

### **3.15.1.- Características**

Se distinguen:

- Válvula antirretorno tipo pinza DN 1200 mm, serie 731, fabricada en neopreno. Instalación mediante abrazadera de acero inoxidable AISI-316.
- Válvula antirretorno tipo pinza DN 1200 mm, serie 731, fabricada en neopreno. Instalación mediante abrazadera de acero inoxidable AISI-316.
- Válvula antirretorno contrapesada para redes de saneamiento de dimensión 1200x1200 mm, incluidos elementos de amarre AIS 316 L. Cuerpo fabricado en acero inoxidable AISI 316, acabado final chorreado con bolas de vidrio. Goma de cierre en EPDM. Tornillería y anclajes en A4. Incluso estructura para instalarla en la obra civil formada por perfiles UPN 240 o similar de Acero inoxidable 316.

### **3.15.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

## **3.16.- TAMIZ**

### **3.16.1.- Características**

Tamiz tipo PAS o similar con capacidad de diseño de hasta 1.000 l/s y de hasta 1300 l/s (según el punto de aplicación), y estará compuesto por los siguientes equipos:

- Rejilla doble de 500 mm de diámetro, con una longitud efectiva de 4 a 5,0 metros según el caso.
- Diámetro de los orificios de apertura: 5 mm. Área de paso: 63%. Soporte para la rejilla y alivio de emergencia, con una longitud de 4 metros. Fabricado en acero inoxidable AISI-316, acabado final chorreado con bolas de vidrio. Espesor 3 mm. Incluye soportes de anclaje a la pared y demás elementos de sujeción.
- 1 bomba sumergibles para agua residual para producir el chorro de limpieza de las rejillas. Tensión trifásica 400 V, 50 Hz. Potencia 5 kW. Grado de protección IP 68.

- 1 Pulverizador estáticos a chorro, para la mezcla eficiente agua-aire y creación del chorro de limpieza. · Fabricados en acero inoxidable AISI-316, acabado final chorreado con bolas de vidrio. Tornillería y anclajes en A4.

### **3.16.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado

Unidad totalmente instalada y probada, incluidos soportes estructurales, anclajes a muro, tubería de extracción de bombas, piezas y elementos auxiliares.

## **3.17.- LIMPIEZA DE TANQUES**

### **3.17.1.- Características**

El estanque de tormentas dispondrá de dispositivos de limpieza tipo basculante.

Se distinguen:

- Limpiador autobasculante, con una capacidad de basculación específica 500l/m, para una longitud entre paredes de 4.76m. Fabricado en acero inoxidable AISI 316L, acabado final chorreado con bolas de vidrio. Incluye soportes, rodamientos encapsulados y estancos, juego de suspensión y demás piezas pequeñas. Tornillería y anclajes en A4
- Limpiador autobasculante, con una capacidad de basculación específica 700l/m, para una longitud entre paredes de 4.76m. Fabricado en acero inoxidable AISI 316L, acabado final chorreado con bolas de vidrio. Incluye soportes, rodamientos encapsulados y estancos, juego de suspensión y demás piezas pequeñas. Tornillería y anclajes en A4

La instalación de un limpiador auto-basculante lleva asociada los siguientes puntos importantes en la obra civil para lograr el buen funcionamiento del mismo:

- Cuna bajo el limpiador de radio igual al diámetro de éste. Esta cuna reduce las pérdidas producidas por el choque del agua contra el hormigón.
- Canal de recogida del agua de limpieza cuya capacidad debe ser como mínimo 1,2 veces el volumen de agua del limpiador. Dicho canal debe tener una pendiente del 3% hacia la salida de del mismo y una profundidad mínima de 0,30 m. Se adoptará una sección general circular de diámetro 0.8m ( ver apartados anteriores)
- Pulido de la solera para reducir las pérdidas de rozamiento en el agua de limpieza.
- Ventana en la losa situada sobre el limpiador de la misma longitud que éste para poder introducir y sacar el limpiador del tanque.
- Tapas de registro: Se colocará una tapa de registro sobre cada sonda de nivel para permitir su extracción desde el exterior del tanque y facilitar, así, las labores de mantenimiento. Las tapas serán rectangulares contrapeadas de fundición clase D-400
- Se dispondrá de muros guía de onda de lavado de altura mínima 0.5m. El espesor de muro mínimo será de 0.2m.

Para evitar mantenimiento, el limpiador debe ser colocado sobre el máximo nivel de agua esperado, es decir, a ser posible, por encima de la máxima cota de alivio.

Limpiador autobasculante, con una capacidad de basculación específica determinada en el anejo de cálculo. Se dimensionará para una longitud entre paredes de 4.76 m. Fabricado en acero inoxidable AISI 316L, acabado final chorreado con bolas de vidrio. Incluye soportes, rodamientos encapsulados y estancos, juego de suspensión y demás piezas pequeñas. Tornillería y anclajes en A4

Los complementos asociados a la instalación de un limpiador auto-basculante son:

- Circuito de llenado: Un circuito de llenado consta de:
  - Conducción de tuberías: Pueden ser de polietileno, acero inoxidable, o del material especificado por el cliente.
  - Una electro-válvula: Se recomienda instalarla en una arqueta exterior al tanque o en la caseta de control para facilitar las labores de mantenimiento.
  - Una válvula de bola.
  - También es conveniente colocar un racor con otra válvula de bola para facilitar el conexionado de mangueras.
- Circuito de control, que incluye:

Medición del nivel de agua en el tanque por medio de cualquiera de los siguientes equipos, instalados en el canal de recogida del agua de limpieza:

- Dos boyas de nivel.
  - Tres sondas conductivas.
  - Una sonda piezométrica.
  - Un sensor de nivel por ultrasonidos.
  - Detector inductivo de proximidad fijado a una pequeña placa en un extremo de cada limpiador.
  - Autómata programable. También puede formar parte de él, el telecontrol de los equipos.
- El circuito de llenado tomará agua de la red de agua potable, que se conectará a la red general mediante tubería de polietileno PE-100. Se dispondrá de equipo de medida de caudal en la entrada de la instalación.

### **3.17.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado

Unidad totalmente instalada y probada, incluidos soportes estructurales, anclajes a muro, tubería de extracción de bombas, piezas y elementos auxiliares.

El circuito de llenado se abona en función del número de basculantes de llenado, incluyendo: electroválvulas y llaves de bola de 75mm, para el llenado de los limpiadores y aislamiento de los circuitos. Canalización de agua desde las electroválvulas hasta los limpiadores en acero inoxidable DN 75, con piezas roscadas y arquetas de polipropileno para alojar las electroválvulas y llaves de bola. Unidad totalmente instalado y probado.



### 3.18.- BOMBAS

#### 3.18.1.- Hidráulica y funcionamiento

El funcionamiento y cálculos hidráulicos se encuentran incluidos en el Anejo 8, Apéndice 8.2.

A continuación se adjuntan los caudales totales (l/s) que son repartidos en los grupos de bombeo.

	(l/s)	EB- Los Barrios	%s/Qmax fut	EB-Pte Romano	%s/Qmax fut	EB- Guadacorte	%s/Qmax fut	EB-S. Roque	%s/Qmax fut	EB - Carteya	%s/Qmax fut
Actual	Qm =	54,57	15,21%	60,52	14,64%	90,96	15,74%	49,08	12,34%	0,47	20,00%
	Qmin=0,3Qm	16,37	4,56%	18,15	4,39%	27,29	4,72%	14,72	3,70%	0,14	6,00%
	Qp=2,4 Qm	130,97	36,51%	145,24	35,14%	218,31	37,78%	117,78	29,62%	1,12	48,00%
	Qmax=5Qm	272,86	76,06%	302,58	73,21%	454,80	78,70%	245,38	61,70%	2,33	100,00%
Futuro 25 años	Qm =	71,75	20,00%	88,04	21,30%	120,95	20,93%	79,54	20,00%	0,47	20,00%
	Qmin=0,3Qm	21,52	6,00%	26,41	6,39%	36,29	6,28%	23,86	6,00%	0,14	6,00%
	Qp=2,4 Qm	172,19	48,00%	211,29	51,12%	290,29	50,23%	190,90	48,00%	1,12	48,00%
	Qmax=5Qm	358,73	100,00%	413,29	100,00%	577,86	100,00%	397,71	100,00%	2,33	100,00%

- Todos los bombeos se diseñan con una conducción de impulsión única y dos tipologías de bombeos 2B1+R y 2B2+R, donde:
  - o B1 es la bomba tipo-1 para pluviales, donde  $Q_{unitario} = Q_{max}(\text{futuro}) / N^{\circ} \text{ bombas}$
  - o B2 es la bomba tipo-2 para caudales medios y bajos, donde  $Q_{unitario} = 1.5Q_m / n^{\circ} \text{ bombas}$
- Todos los bombeos se diseñan para una manométrica resultante de aplicar la formulación de Colebrook, y añadir las pérdidas de carga localizadas de las conducciones de trazados seleccionados. Esta manométrica obtenida a partir de la aplicación de la formulación (Hm) es mayorada entre 2,0mca y 5,0 mca con objeto de contemplar el posible riesgo de incremento de rugosidad en el periodo de diseño de 25 años. Esto significa que en situación actual con mucho menor caudal y la tubería recién instalada, la manométrica podría ser bastante menor y por lo tanto la entrega se realiza a mayor presión. Adicionalmente estos metros de manométrica adicionales contemplados sobre la manométrica teórica de cálculo, permite cubrir los ajustes en caso de modificación de trazado, existencia de codos adicionales, etc o variaciones de rugosidad, a expensas de un mayor consumo energético.
- Para el caso particular de la impulsión de la EB los Barrios y la EB Pte Romano, la manométrica está determinada por la existencia de un punto alto en el trazado de la impulsión que debe ser superado con la piezométrica. A partir de este punto, la conducción desciende. Se establece de igual forma que la piezométrica siempre supere la geométrica de dicho punto por al menos entre 3 y 5 mca para el caudal máximo futuro.

La presión de entrega en la cámara de rotura de las estaciones de bombeo dependerá del caudal bombeado y la pérdida de carga generada.

- Se definen los puntos de funcionamiento teóricos para caudales 5Qm, 2,Qm, Qm, 0.3Qm en situación actual y futura.. Todos los grupos se diseñan con variador de frecuencia lo que permite dotar mayor flexibilidad al explotador en el ajuste de los tiempos de bombeo y caudal que a su vez son controlados con el PLC y la sonda de nivel en la cámara húmeda.

Es importante indicar que los bombeos son diseñados siempre para caudal futuro, por lo que en situación actual siempre resultarán impulsiones superiores a 5Qm-actual, y en consecuencia en la actualidad llegarán caudales a la EDAR como si fuera en futuro. Para evitar esta circunstancia en fase de pruebas se podría actuar en el variador de frecuencia estableciendo un punto de funcionamiento ajustado a dicha situación actual intentando así optimizar el consumo energético.

- El bombeo de Carteya se diseña finalmente para 10 Qm, ya que los caudales medios resultan excesivamente bajos. La diferencia de caudal de 5 Qm y 10Qm no resulta representativa en el diseño de la EDAR.
- Los cálculos hidráulicos resultantes presentan velocidades muy bajas en la gama de caudales de Qm y 0.3 Qm. Para resolver el problema de sedimentación y generación de procesos aeróbicos y anaeróbicos en las conducciones, se propone programar los PLC de los grupos de bombeo de forma que cada 2 horas se realicen lavados en la conducción y arrastre los sedimentos existentes.

### **3.18.2.- Generalidades**

Las bombas a instalar deberán ser conformes a lo especificado en las siguientes normas:

- UNE-EN 809: “Bombas y grupos motobombas para líquidos. Requisitos comunes de seguridad”.
- UNE-EN 60034: “Máquinas eléctricas rotativas. Parte 1: Características asignadas y características de funcionamiento”.
- UNE-EN 61000: “Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-1: Normas genéricas. Inmunidad en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera. (IEC 61000-6-1:2005)”.
- UNE-EN ISO 12100: “Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo”.
- EN ISO 9906:2012: “Bombas rotodinámicas. Ensayos de rendimiento hidráulico de aceptación. Niveles 1, 2 y 3.”
- Directiva 2009/125/EC Recoge referencias al Índice de Eficiencia Mínima (MEI)

Además deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente en España para aparatos instalados en locales húmedos y o mojados, así como las siguientes Directivas Europeas y sus modificaciones posteriores.

- 2006/42/CE (Máquinas)
- 2004/108/CE (Compatibilidad electromagnética)
- 2006/95/CE (Baja Tensión)

Las bombas cuyo caudal haya de ser variable en función de alguna medida de control, conseguirán la verificación mediante cambios continuos de su velocidad por variadores eléctricos de frecuencia.

Los motores de las bombas deberán ser de la clase de eficiencia energética IE3, de acuerdo con la UNE-EN 60034-30: “Máquinas eléctricas rotativas. Parte 30: Clases de rendimiento para los motores trifásicos de inducción de jaula de velocidad única (código IE)”. El motor será capaz de aportar la potencia máxima demandada por la bomba en toda su curva.

La protección del motor de la bomba será, al menos, del grado IP55 (IP 68 para bombas sumergidas) y el aislamiento mínimo de la clase F. En cualquier caso, el cableado de las bombas contará con las protecciones necesarias y se dispondrá alojado en el interior de un tubo cuando atraviese los muros de una estructura.

Las bombas estarán unidas mediante bridas al tubo de impulsión y en su caso, al de aspiración.

### **Materiales**

Las bombas estarán fabricadas en fundición dúctil, a excepción del eje del rodete y la tornillería que serán de acero inoxidable. Se deberá aprobar por la Dirección de Obra los materiales del pedestal o la base soporte.

De aquellas piezas de la bomba cuya duración normal asegurada por el fabricante sea un dato fundamental en el proceso de selección, el Adjudicatario presentará certificado de duración garantizada.

Las bombas a emplear podrán ser centrífugas o axiales e instalarse en posición horizontal y excepcionalmente en vertical. A su vez, podrán ser sumergibles o no. Se estudiará en cada caso el tipo de bombas a instalar independientemente del servicio.

Las bombas sumergibles deberán instalarse acopladas a un pedestal y deberán ir siempre dispuestas con un tubo guía y una cadena para facilitar las operaciones de montaje y desmontaje de las mismas.

Las bombas instaladas en seco se montarán sobre una base soporte.

En cualquier caso, los equipos de bombeo nunca se instalarán anclados directamente a la solera de apoyo, siempre dispondrán de fijaciones desmontables.

Todas las bombas centrífugas se instalarán con la aspiración bajo la carga hidrostática adecuada, a fin de evitar el descebado y las vibraciones. Su funcionamiento será preferentemente a 900 rpm, no siendo superior a las 1.500 rpm en régimen normal de funcionamiento, salvo justificación técnica.

En el tramo anterior a cada bomba se instalará una válvula de seccionamiento y, en el tramo posterior, una válvula de seccionamiento y otra de retención. Adicionalmente se colocarán los presostatos o transductores de presión necesarios para el control de la misma.

Los colectores de aspiración e impulsión deberán ser de acero galvanizado en caliente o de acero inoxidable y deberán disponerse con las bridas, carretes de desmontaje y elementos de unión necesarios para que puedan desmontarse en su totalidad.

### **Control de calidad**

El Adjudicatario deberá facilitar a la Dirección de Obra la documentación técnica de todas las bombas a instalar, en la que se incluirá, como mínimo, los materiales de las partes principales, las curvas características caudal-altura, rendimiento y potencia, el NPSH requerido, la tensión, la intensidad, la potencia y la velocidad de funcionamiento de la bomba, así como el modelo y fabricante de la misma. No obstante, para cada caso particular, la Dirección de Obra podrá solicitar al Adjudicatario la realización de las pruebas adicionales que considere necesarias para garantizar el buen funcionamiento de la instalación.

Previo a la realización del control de calidad la Dirección de Obra aprobará tanto la norma que regirá las pruebas como las condiciones de aceptación de los equipos

Los ensayos mínimos a efectuar en taller serán los siguientes

- Curva de Altura-Caudales o Revolución-Caudal, dependiendo del tipo de bomba a ensayar.
- Para el punto de funcionamiento y altura manométrica nominales: caudal, revolución, potencia en el eje, rendimiento de la bomba y del motor y temperatura.

Durante el montaje de las bombas se realizarán los siguientes controles:

- Alineaciones de las tuberías de aspiración e impulsión
- Comprobación del anclaje de la bomba a la bancada
- Acoplamientos
- Revisión del acabado final

Las pruebas de funcionamiento a realizar serán:

- Comprobación del sentido de giro
- Caudales y presiones
- Revoluciones
- Consumos

### **3.18.3.- EBAR Los Barrios**

#### **3.18.3.1.-Bomba tipo-1**

Grupo moto-bomba para trabajo en cámara seca de 105 Kw capaz de elevar un caudal unitario de 645.72 m<sup>3</sup>/h a 37.05 m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 75% nominal, preparado para variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100. Marca FLYGT o similar.

Diámetro impulsor = 385mm o similar, autolimpiable y antiatascamiento

Diámetro de paso > 150mm

Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).

Tipo de instalación: T=vertical en seco

Con motor M35-45-4AA de 105 kW/400V 3-fas.50Hz, eficiencia IE3

Con camisa de refrigeración integral que la faculta para poder trabajar con bajos niveles de agua o también con instalación en seco (ver CT/CZ)

Autochequeables para control exterior en:

-Temp. máx. de estator: Por 3 sondas térmicas.

-Temp. actual 1 fase: Por PT 100.

-Temp. rodamiento principal: Por PT 100

-Estanqueidad del alojamiento de estator: por FLS

-Estanqueidad del alojamiento de conexión: FLS

Protección del motor: IP 68

Tipo de operación: S1 (24h /día)

Aislamiento clase H (180°C)

Material de la carcasa: GG 25

Material del impulsor: GG 25

Material del eje: Martensitic ss Steel

Material de los anillos tóricos: NBR

Estanqueidad mediante: 2 Juntas mecánicas

Interior/Superior: WCCr - WCCr

Exterior/Inferior: WCCr - WCCr

autolubricadas por cárter de aceite que las faculta para poder trabajar en seco.

La bomba esta pintada según estándar exigido por la Dirección de obra.

Se incluyen 30m.de cable apantallado S3x120+3x70/3+ 4x1,5 mm<sup>2</sup> y 30 m cable de control SUBCAB S12x1,5mm<sup>2</sup>. Los cables llevan soporte de malla. Los cables se extenderán hasta conexión de CCM.

Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

#### **3.18.3.2.-Bomba tipo-2**

Grupo moto-bomba para trabajo en cámara seca de 18,5 Kw capaz de elevar un caudal unitario de 147.34m<sup>3</sup>/h a 26,0m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 75% nominal, preparado para

variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100. Marca FLYGT o similar.

Diámetro impulsor = 100 mm o similar, autolimpiable y antiatascamiento

Diámetro de paso > 100mm

Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).

Tipo de instalación: T=vertical en seco

Protección térmica mediante 3x sondas térmicas.

Protección de motor: IP 68

Aislamiento clase H (180°C)

Tipo de operación: S1 (24h /día)

Material de la carcasa: H° F° GG 25

Material del impulsor: GG 25 bordes endurecidos

Camisa de refrigeración: Acero carbono 1.0718+C

Material del eje: 1.4057 (AISI431)

Material de los anillos tóricos: NBR

Estanqueidad mediante 2 Juntas mecánicas (unidad

insertable) auto lubricadas por cárter de glicol

que las faculta para poder trabajar en seco.

Con cámara de inspección y detector FLS entre las juntas mecánicas y el rodamiento principal.

Con ranura helicoidal (SPIN OUT) alrededor de las juntas mecánicas para limpieza de pequeñas partículas abrasivas por ejemplo arenas.

La bomba esta pintada según estándar exigido por la Dirección de obra.

Se incluyen 30m.de cable apantalado S3x6+3x6/3+ 4x0,5 mm<sup>2</sup> y 30 m cable de control SUBCAB S12x0,5mm<sup>2</sup>. Los cables llevan soporte de malla. Los cables se extenderán hasta conexión de CCM.

Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

### **3.18.4.- EBAR Puente Romano**

#### **3.18.4.1.-Bomba tipo-1**

Grupo moto-bomba para trabajo en cámara seca de 105 Kw capaz de elevar un caudal unitario de 743.91 m<sup>3</sup>/h a 30.17 m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 75% nominal, preparado para variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100. Marca FLYGT o similar.

Diámetro impulsor = 340mm o similar, autolimpiable y antiatascamiento

Diámetro de paso > 150mm

Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).

Tipo de instalación: T=vertical en seco

Con motor M35-45-4AA de 105 kW/400V 3-fas.50Hz, eficiencia IE3

Con camisa de refrigeración integral que la faculta para poder trabajar con bajos niveles de agua o también con instalación en seco (ver CT/CZ)

Autochequeables para control exterior en:

-Temp. máx. de estator: Por 3 sondas térmicas.

-Temp. actual 1 fase: Por PT 100.

-Temp. rodamiento principal: Por PT 100

-Estanqueidad del alojamiento de estator: por FLS

-Estanqueidad del alojamiento de conexión: FLS

Protección del motor: IP 68

Tipo de operación: S1 (24h /día)

Aislamiento clase H (180°C)

Material de la carcasa: GG 25

Material del impulsor: GG 25

Material del eje: Martensitic ss Steel

Material de los anillos tóricos: NBR

Estanqueidad mediante: 2 Juntas mecánicas

Interior/Superior: WCCr - WCCr

Exterior/Inferior: WCCr - WCCr

autolubricadas por cárter de aceite que las faculta para poder trabajar en seco.

La bomba esta pintada según estándar exigido por la Dirección de obra.

Se incluyen 30m.de cable apantallado S3x120+3x70/3+ 4x1,5 mm2 y 30 m cable de control SUBCAB S12x1,5mm2. Los cables llevan soporte de malla. Los cables se extenderán hasta conexión de CCM.

Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

### **3.18.4.2.-Bomba tipo-2**

Grupo moto-bomba para trabajo en cámara seca de 22Kw capaz de elevar un caudal unitario de 163.39 m3/h a 25.4 m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 75% nominal, preparado para variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100. Marca FLYGT o similar.

Diámetro impulsor = 320 mm o similar, autolimpiable y antiatascamiento

Diámetro devoluta=100mm

Con motor M25-19-4AA de 22kW/400V 3-fás.50Hz Velocidad: 1460 rpm / Corriente nominal: 41 A

Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).

Tipo de instalación: T=vertical en seco

Protección térmica mediante 3x sondas térmicas.

Protección de motor: IP 68

Aislamiento clase H (180°C)

Tipo de operación: S1 (24h /día)

Material de la carcasa: H° F° GG 25

Material del impulsor: GG 25 bordes endurecidos

Camisa de refrigeración: Acero carbono 1.0718+C

Material del eje: 1.4057 (AISI431)

Material de los anillos tóricos: NBR

Estanqueidad mediante 2 Juntas mecánicas (unidad insertable) auto lubricadas por cárter de glicol que las faculta para poder trabajar en seco.

Con cámara de inspección y detector FLS entre las juntas mecánicas y el rodamiento principal.

Con ranura helicoidal (SPIN OUT) alrededor de las juntas mecánicas para limpieza de pequeñas partículas abrasivas por ejemplo arenas.

La bomba esta pintada según estándar exigido por la Dirección de obra.

Se incluyen 30m.de cable apantalado S3x6+3x6/3+ 4x0,5 mm<sup>2</sup> y 30 m cable de control SUBCAB S12x0,5mm<sup>2</sup>. Los cables llevan soporte de malla. Los cables se extenderán hasta conexión de CCM.

Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

### **3.18.5.- EBAR Guadacorte**

#### **3.18.5.1.-Bomba tipo-1**

Grupo moto-bomba para trabajo en cámara seca de 215 Kw capaz de elevar un caudal unitario de 1040 m<sup>3</sup>/h a 44.3 m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 75% nominal, preparado para variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100. Marca FLYGT o similar.

Diámetro impulsor = 490mm o similar, autolimpiable y antiatascamiento

Diámetro de paso > 150mm. preparada para válvula de limpieza.

Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).

Tipo de instalación: T=vertical en seco

Con motor M35-45-4AA de 105 kW/400V 3-fas.50Hz, eficiencia IE3

Con camisa de refrigeración integral que la faculta para poder trabajar con bajos niveles de agua o también con instalación en seco (ver CT/CZ)

Autochequeables para control exterior en:

-Temp. máx. de estator: Por 3 sondas térmicas.

-Temp. actual 1 fase: Por PT 100.

-Temp. rodamiento principal: Por PT 100

-Estanqueidad del alojamiento de estator: por FLS

-Estanqueidad del alojamiento de conexión: FLS

Protección del motor: IP 68

Tipo de operación: S1 (24h /día)

Aislamiento clase H (180°C)

Material de la carcasa: GG 25

Material del impulsor: GG 25

Material del eje: Martensitic ss Steel

Material de los anillos tóricos: NBR

Estanqueidad mediante: 2 Juntas mecánicas

Interior/Superior: WCCr - WCCr

Exterior/Inferior: WCCr - WCCr

autolubricadas por cárter de aceite que las faculta para poder trabajar en seco.

La bomba esta pintada según estándar exigido por la Dirección de obra.

Se incluyen 30m.de cable apantallado 2x (S3x120+3x70/3+ 4x1,5 mm<sup>2</sup>) y 30 m cable de control SUBCAB S12x1,5mm<sup>2</sup>. Los cables llevan soporte de malla. Los cables se extenderán hasta conexión de CCM.

Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

### **3.18.5.2.-Bomba tipo-2**

Grupo moto-bomba para trabajo en cámara seca de 37Kw capaz de elevar un caudal unitario de 245.59m<sup>3</sup>/h a 30.76m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 75% nominal, preparado para variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100. Marca FLYGT o similar.

Diámetro impulsor = 320 mm o similar autolimpiable y antiatascamiento

Diámetro devoluta=100mm

Con motor M25-19-4AA de 37kW/400V 3-fás.50Hz Velocidad: 1460 rpm / Corriente nominal:61 A

Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).

Tipo de instalación: T=vertical en seco

Protección térmica mediante 3x sondas térmicas.

Protección de motor: IP 68

Aislamiento clase H (180°C)

Tipo de operación: S1 (24h /día)

Material de la carcasa: H° F° GG 25

Material del impulsor: GG 25 bordes endurecidos

Camisa de refrigeración: Acero carbono 1.0718+C

Material del eje: 1.4057 (AISI431)

Material de los anillos tóricos: NBR

Estanqueidad mediante 2 Juntas mecánicas (unidad insertable) auto lubricadas por cárter de glicol que las faculta para poder trabajar en seco.

Con cámara de inspección y detector FLS entre las juntas mecánicas y el rodamiento principal.

Con ranura helicoidal (SPIN OUT) alrededor de las juntas mecánicas para limpieza de pequeñas partículas abrasivas por ejemplo arenas.



La bomba esta pintada según estándar exigido por la Dirección de obra. rec. >120 micras

Se incluyen 30m.de cable apantalado S3x6+3x6/3+ 4x0,5 mm<sup>2</sup> y 30 m cable de control SUBCAB S12x0,5mm<sup>2</sup>. Los cables llevan soporte de malla. Los cables se extenderán hasta conexión de CCM.

Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

### **3.18.6.- EBAR San Roque**

#### **3.18.6.1.-Bomba tipo-1**

Grupo moto-bomba para trabajo en cámara seca de 125 Kw capaz de elevar un caudal unitario de 715.88 m<sup>3</sup>/h a 32.90 m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 75% nominal, preparado para variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100. Marca FLYGT o similar.

Diámetro impulsor = 395mm o similar, autolimpiable y antiatascamiento

Diámetro de paso > 150mm

Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).

Tipo de instalación: T=vertical en seco

Con motor M35-45-4AA de 125 kW/400V 3-fas.50Hz, eficiencia IE3

Con camisa de refrigeración integral que la faculta para poder trabajar con bajos niveles de agua o también con instalación en seco (ver CT/CZ)

Autochequeables para control exterior en:

-Temp. máx. de estator: Por 3 sondas térmicas.

-Temp. actual 1 fase: Por PT 100.

-Temp. rodamiento principal: Por PT 100

-Estanqueidad del alojamiento de estator: por FLS

-Estanqueidad del alojamiento de conexión: FLS

Protección del motor: IP 68

Tipo de operación: S1 (24h /día)

Aislamiento clase H (180°C)

Material de la carcasa: GG 25

Material del impulsor: GG 25

Material del eje: Martensitic ss Steel

Material de los anillos tóricos: NBR

Estanqueidad mediante: 2 Juntas mecánicas

Interior/Superior: WCCr - WCCr

Exterior/Inferior: WCCr - WCCr

autolubricadas por cárter de aceite que las faculta para poder trabajar en seco.

La bomba esta pintada según estándar exigido por la Dirección de obra.

Se incluyen 30 m.de cable apantalado S3x120+3x70/3+ 4x1,5 mm<sup>2</sup> y 30 m cable de control SUBCAB S12x1,5mm<sup>2</sup>. Los cables llevan soporte de malla. Los cables se extenderán hasta conexión de CCM.

Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

### **3.18.6.2.-Bomba tipo-2**

Grupo moto-bomba para trabajo en cámara seca de 22Kw capaz de elevar un caudal unitario de 132.51 m<sup>3</sup>/h a 21.4 m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 75% nominal, preparado para variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100. Marca FLYGT o similar.

Diámetro impulsor = 320 mm o similar, autolimpiable y antiatascamiento

Diámetro de voluta=100mm

Con motor M25-19-4AA de 22kW/400V 3-fás.50Hz Velocidad: 1460 rpm / Corriente nominal: 41 A

Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).

Tipo de instalación: T=vertical en seco

Protección térmica mediante 3x sondas térmicas.

Protección de motor: IP 68

Aislamiento clase H (180°C)

Tipo de operación: S1 (24h /día)

Material de la carcasa: H° F° GG 25

Material del impulsor: GG 25 bordes endurecidos

Camisa de refrigeración: Acero carbono 1.0718+C

Material del eje: 1.4057 (AISI431)

Material de los anillos tóricos: NBR

Estanqueidad mediante 2 Juntas mecánicas (unidad insertable) auto lubricadas por cárter de glicol que las faculta para poder trabajar en seco.

Con cámara de inspección y detector FLS entre las juntas mecánicas y el rodamiento principal.

Con ranura helicoidal (SPIN OUT) alrededor de las juntas mecánicas para limpieza de pequeñas partículas abrasivas por ejemplo arenas.

La bomba esta pintada según estándar exigido por la Dirección de obra.

Se incluyen 30m.de cable apantalado S3x6+3x6/3+ 4x0,5 mm<sup>2</sup> y 30 m cable de control SUBCAB S12x0,5mm<sup>2</sup>. Los cables llevan soporte de malla. Los cables se extenderán hasta conexión de CCM.

Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

### **3.18.7.- Carteya**

#### **3.18.7.1.-Bomba tipo-1**

Grupo moto-bomba sumergible para trabajo en cámara húmeda de 7,5Kw capaz de elevar un caudal unitario de 16.75 m<sup>3</sup>/h a 36.8 m.c.a con un rendimiento hidráulico mínimo de 30% nominal, preparado para variador de frecuencia, incluso sonda de humedad, sonda de flotación, sonda temperatura rodamientos en cámara seca y sonda de temperatura PT100.

con Controlador Inteligente integrado para las siguientes funciones:

Arranque suave.

Rotación siempre correcta del impulsor.

Potencia de trabajo constante.  
Detección de obstrucción.  
Limpieza automática de la bomba.  
Rearme de funcionamiento automático.  
Alarma sobre-temperatura en controlador y humedad estator  
Diámetro impulsor = 170 mm  
Tipo de impulsor N-autolimpiante adaptativo  
Salida de voluta DN 80 taladrada EN 1092-2  
Con motor síncrono de magnetización permanente 7,5 kW, Eficiencia Super Premium IE4 10 polos 50 Hz 380-480 Vs  
Refrigeración mediante conductividad hacia el exterior Del fluido sumergido.  
Protección de motor: IP 68 3x sondas térmicas  
Tipo de operación: S1 (24h /día) 40°C  
Aislamiento clase H (180°C)  
Con sensor FLS en alojamiento del estator  
Material de la carcasa: H° F° GG 25  
Material del impulsor: Acero al Cromo (Hard Iron  
Borde ataque 60 HCR)  
Material de los anillos tóricos: NBR 70° IRH  
Eje: Acero Inoxidable AISI 431  
Estanqueidad mediante: 2 Juntas mecánicas  
Interior/Superior: WCCr - WCCr  
Exterior/Inferior: WCCr - WCCr  
Color: Gris (NCS 5804-B07G)  
Se incluyen 10 m. de cable eléctrico  
SUBCAB S3X2,5+3X2,5/3+S(4X0,5)mm2  
Kit instalación, zócalo, soporte y resto de elementos.  
Incluye pruebas de funcionamiento, manuales y certificados.

### **3.18.8.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

## **3.19.- DESODORIZACIÓN EBAR**

### **3.19.1.- Características**

El sistema de desodorización seleccionado es mediante torre de casrbón activo. Las características de los equipos seleccionados se resumen en:

Sistema de ventilación y desodorización carbón activo catalítico en carcasa de acero AISI-316  
**L, Caudal de aire a tratar : 17.000 m<sup>3</sup>/h, con las siguientes características:**

- Composición : Aire + H<sub>2</sub>S + CH<sub>3</sub>SH + (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S + (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>; Concentración contaminantes : 10 mg/Nm<sup>3</sup>; Temperatura : Ambiente; Eficacia inicial de adsorción : 99%; . Pérdida de carga equipos : 800 Pa; Pérdida de carga conductos : 700 Pa; . Pérdida de carga total : 1.500 Pa.
- 1 TORRE DE CONTACTO compacta vertical, con las siguientes dimensiones y características generales: Material : PRFV, Color de acabado : Gris RAL 7032; Diámetro mínimo : 3.500 m.m; Altura total aproximada : 3.600 m.m; Espesor de construcción > 10 m.m; Carbón activo utilizado: Tipo : Base Carbón activo impregnado en sosa específico para silfhídrico ; Cantidad : 5300 Kg; Densidad aparente : 550 Kg/m<sup>3</sup>; Índice de saturación sobre H<sub>2</sub>S : 22% w/w; Tamaño medio del gránulo : 4 m.m; Contenido de humedad : 15 %; N° de lechos : 1; Autonomía : 4.320 h; Accesorios incluidos: Medidor de presión diferencial.
- 1 VENTILADOR centrífugo, con las siguientes características: Material de las partes en contacto con el fluido : Resina estervinílica / fibra de vidrio; Acoplamiento al motor : Poleas - correas; Caudal : 17.000 m<sup>3</sup>/h; Presión estática : 1.600 Pa; Estanqueidad eje : Deflector limitador de fugas; Potencia instalada : 15 kW; Tensión motor : 220/380 V; Velocidad angular del motor : 1.450 r.p.m.; Protección del motor : IP-55

Sistema de ventilación y desodorización carbón activo catalítico en carcasa de acero AISI-316  
**L, Caudal de aire a tratar : 13.000 m<sup>3</sup>/h, con las siguientes características:**

- Composición : Aire + H<sub>2</sub>S + CH<sub>3</sub>SH + (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S + (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>; Concentración contaminantes : 10 mg/Nm<sup>3</sup>; Temperatura : Ambiente; Eficacia inicial de adsorción : 99%; . Pérdida de carga equipos : 800 Pa; Pérdida de carga conductos : 700 Pa; . Pérdida de carga total : 1.500 Pa.
- 1 TORRE DE CONTACTO compacta vertical, con las siguientes dimensiones y características generales: Material : PRFV, Color de acabado : Gris RAL 7032; Diámetro mínimo : 3.000 m.m; Altura total aproximada : 3.400 m.m; Espesor de construcción > 10 m.m; Carbón activo utilizado: Tipo : Base Carbón activo impregnado en sosa específico para silfhídrico ; Cantidad : 4100 Kg; Densidad aparente : 550 Kg/m<sup>3</sup>; Índice de saturación sobre H<sub>2</sub>S : 22% w/w; Tamaño medio del gránulo : 4 m.m; Contenido de humedad : 15 %; N° de lechos : 1; Autonomía : 4.320 h; Accesorios incluidos: Medidor de presión diferencial.
- 1 VENTILADOR centrífugo, con las siguientes características: Material de las partes en contacto con el fluido : Resina estervinílica / fibra de vidrio; Acoplamiento al motor : Poleas - correas; Caudal : 13.000 m<sup>3</sup>/h; Presión estática : 1.600 Pa; Estanqueidad eje : Deflector limitador de fugas; Potencia instalada : 11 kW; Tensión motor : 220/380 V; Velocidad angular del motor : 1.450 r.p.m.; Protección del motor : IP-55

Sistema de ventilación y desodorización carbón activo catalítico en carcasa de acero AISI-316  
**L, Caudal de aire a tratar : 11.000 m<sup>3</sup>/h, con las siguientes características:**

- Composición : Aire + H<sub>2</sub>S + CH<sub>3</sub>SH + (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S + (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>; Concentración contaminantes : 10 mg/Nm<sup>3</sup>; Temperatura : Ambiente; Eficacia inicial de adsorción : 99%; . Pérdida de carga equipos : 800 Pa; Pérdida de carga conductos : 700 Pa; . Pérdida de carga total : 1.500 Pa.
- 1 TORRE DE CONTACTO compacta vertical, con las siguientes dimensiones y características generales: Material : PRFV, Color de acabado : Gris RAL 7032; Diámetro mínimo : 2.800 m.m; Altura total aproximada : 3.300 m.m; Espesor de construcción > 10 m.m; Carbón activo utilizado: Tipo : Base Carbón activo impregnado en sosa específico para silfhídrico ; Cantidad : 3400 Kg; Densidad aparente : 550 Kg/m<sup>3</sup>; Índice de saturación sobre H<sub>2</sub>S : 22% w/w; Tamaño medio del gránulo : 4 m.m; Contenido de humedad : 15 %; N° de lechos : 1; Autonomía : 4.320 h; Accesorios incluidos: Medidor de presión diferencial.
- 1 VENTILADOR centrífugo, con las siguientes características: Material de las partes en contacto con el fluido : Resina estervinílica / fibra de vidrio; Acoplamiento al motor : Poleas - correas; Caudal : 11.000 m<sup>3</sup>/h; Presión estática : 1.600 Pa; Estanqueidad eje : Deflector limitador de fugas;

Potencia instalada : 6 kW; Tensión motor : 220/380 V; Velocidad angular del motor : 1.450 r.p.m.; Protección del motor : IP-55

Sistema de ventilación y desodorización carbón activo en carcasa de acero AISI-316 L, Caudal de aire a tratar :850 m3/h, con las siguientes características:

- Composición : Aire + H<sub>2</sub>S + CH<sub>3</sub>SH + (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S + (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>; Concentración contaminantes : 10 mg/Nm<sup>3</sup>; Temperatura : Ambiente; Eficacia inicial de adsorción : 99%; . Pérdida de carga equipos : 800 Pa; Pérdida de carga conductos : 700 Pa; . Pérdida de carga total : 1.500 Pa.
- 1 TORRE DE CONTACTO compacta vertical, con las siguientes dimensiones y características generales: Material : PRFV, Color de acabado : Gris RAL 7032; Diámetro mínimo : 800 m.m; Altura total aproximada : 2.000 m.m; Espesor de construcción : 10 m.m; Carbón activo utilizado: Tipo : Base Carbón activo impregnado en sosa específico para silfhídrico ; Cantidad : 250 Kg; Densidad aparente : 550 Kg/m<sup>3</sup>; Índice de saturación sobre H<sub>2</sub>S : 22% w/w; Tamaño medio del gránulo : 4 m.m; Contenido de humedad : 15 %; N° de lechos : 1; Autonomía : 4.320 h; Accesorios incluidos: Medidor de presión diferencial.
- 1 VENTILADOR centrifugo, con las siguientes características: Material de las partes en contacto con el fluido : Resina estervinilica / fibra de vidrio; Acoplamiento al motor : Poleas - correas; Caudal :850 m3/h; Presión estática : 1.600 Pa; Estanqueidad eje : Deflector limitador de fugas; Potencia instalada : 4 kW; Tensión motor : 220/380 V; Velocidad angular del motor : 1.450 r.p.m.; Protección del motor : IP-55

Los componentes del sistema son los siguientes:

-Soporte de equipo formado por perfilera y base de apoyo en acero AISI-316L, incluyendo apoyos de amortiguación.

-Llaves de paso del circuito.

-Válvula antirretorno DN650 en el exterior del equipo para evitar el retorno de olores ante posibles averías.

-Filtro grado EU4 para entrada de aire lavable.

-Conductos de drenaje y rebose hasta arqueta de recogida AISI-316L y/o p.p.

-Tubos de distribución de aire ionizado de polpropileno con rejillas de aspiración.

-Rejilla exterior de insonorización de exterior , según necesidades de insonorización y caudal de aire extraído.

-Instalación neumática

-Cuadro de control, incluyendo interconexión entre elementos y cuadros en cuadro general.

-Cuadro de protección eléctrica

### **3.19.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización.

### **3.20.- EQUIPOS A PRESIÓN**

#### **3.20.1.- Generalidades**

Las instalaciones de equipos a presión deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la normativa siguiente:

- Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias EP-1 a EP-6.
- Directiva 2014/68/UE del Parlamento europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión.

Los materiales, equipos y aparatos utilizados en las instalaciones de equipos a presión, en su caso, deberán incorporar el marcado "CE" de conformidad, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 709/2015.

Las instalaciones de equipos a presión se ejecutarán con arreglo a la legislación vigente, por medio de empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad, según lo establecido en el Anexo I del Real Decreto 2060/2008.

Para cada instalación se elaborará una documentación técnica, en la que se pondrá de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias. Esta documentación, en función de las características de la instalación, será en forma de Proyecto suscrito por técnico facultativo competente, o mediante Memoria Técnica suscrita por responsable técnico de empresa instaladora autorizada, según lo establecido en el Anexo II del Real Decreto 2060/2008.

Para cualquier instalación de equipos a presión, será preceptiva la autorización de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

#### **3.20.2.- Calderines**

Se consideran calderines de diversa capacidad, que deberán cumplir las siguientes características:

Calderín timbraje 1.6 MPA de 3.000/8.000/10.000 litros con salida DN300 tipo híbrido y para uso de saneamiento, construido en chapa de acero P355 EN 10.025, fondos elípticos. Incorporación de ventosa DN150 paso total en fundición dúctil con disco anti golpe de ariete apta para aguas residuales. Las tuberías serán de acero A106GR.B/ASTM y las bridas Welding neck en A105/ASTM. Tubería de conexión DN300mm.

El depósito calderín estará equipado con:

-Ventosa VA313 Bermad o similar para aguas residuales Dn150 paso total con disco antigolpe de ariete

- Soporte

- 1 brida de conexión ISO 7005 para la conducción

- Faldón de apoyo

1 Boca de Hombre DN500

Conexión a tubería DN300;

Conexión para drenaje: 1" Gas.

Chapa de unión a tierra: incluida.

Chapa de características: incluida.

Orejetas para montaje: 4.

Conexiones para manómetro: incluido.

Conexiones para válvula de seguridad: incluido.

3 o 4 bridas para sondas por definir.

Escalera con plataforma y guardacuerpos

Manómetro 1/4 "diámetro 80mm con verificación portuguesa, Válvula de seguridad con certificado de fabricación;

Presión de ensayo: de acuerdo con el código de construcción

Sobre-espesor de corrosión (mm): 0.

Temperatura de servicio (°C): 20 a 50°C.

Directiva de equipos a presión: 2014/68/UE

El código de construcción es CODAP-2010. Las soldaduras son realizadas por máquinas de arco sumergido, y se radiografía un 10%. Todas las soldaduras serán tipo "a tope".

Los tanques son inspeccionados por ITG que emita sus certificaciones.

El depósito se someterá al siguiente esquema de tratamiento de superficie:

Interior:

o Decapado con granalla de acero al grado SA 2 ½ " SA2,5 (ISO 8501-1)

o 2 capas de HEMPADUR 35560 con 400 im espesor final seco.

Exterior:

o Decapado con granalla de acero al grado SA 2 ½ " SA2,5 (ISO 8501-1)

o 1 Capa de primario Hempadur Zinc 15360 epoxi rico en Zinco con 50 im

o 1 Capa de Hempadur HB 45880 con 125 im;

o 1 Capa de acabado Poliuretano Hempthne 55210 con 60 im;

Los depósitos se proporcionan con manómetro, válvula de seguridad calibrada.

Escalera de acceso con barandillas de acero

Indicador de nivel magnético con conexión al depósito

Salida analógica 4-20mA

Switch con nivel mínimo y máximo

Radiografiado del 100% y con líquidos penetrantes

Puesta en marcha

Radiografiado del 100% y con líquidos penetrantes

Puesta en marcha

### **3.20.3.- Medición y abono**

Los equipos a presión a instalar se medirán por unidades (ud) montadas en obra y se abonarán mediante la aplicación del precio unitario correspondiente del Cuadro de Precios y que se refiere siempre a la unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento.

## **4.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS MECÁNICOS DE LA EDAR**

A continuación se citan las especificaciones técnicas particulares de los principales equipos de la EDAR. Los colectores, valvulería y otros comunes de la agrupación de vertidos son expuestos en apartados anteriores.

### **4.1.- AIREADORES SUMERGIDOS**

#### **4.1.1.- Aireador Sumergible 1,5 kW**

Marca: Teqma o equivalente

Modelo: Aeroflo F211

#### **Datos de Diseño:**

Longitud Útil desarenador: 19,4 m

Anchura total desarenador: 3,9 m

Anchura zona de flotación: 2,5 m

Anchura zona de extracción: 1,4 m

Profundidad del desarenador: 4,2 m

#### **Motor de accionamiento:**

Motor P=1,1 kW, P. Absorbida=1,5 kW máx. 4x400 V, TRI/50 Hz o (opcional) 60 Hz. IP 68 – Clase F.

Carter del motor de INOX.

Peso= 44 kg.

Cámara de aire:

De fundición GG25, con racor 2".

Cable de alimentación con sección de 7 x 1,5 mm<sup>2</sup>.

#### **Doble turbina:**

Producción/difusión de burbujas + Decantación. Material INOX 316L, Ø 147 mm, 6 alas.

Opcional: - Turbina anticólmatación.

#### **Tubo de aspiración:**

Por encima del nivel del agua. Ø 60 mm.

Acoplado a la cámara de aire.

Máxima altura de instalación: 1.000 m.

#### **Recubrimientos**

Compatible con categoría de ambiente C5 según norma UNE EN ISO 14713

Capa de pintura RAL5009

#### **Soporte de extracción rápida:**

Este soporte permite la extracción y recolocación del equipo desde el puente desarenador, sin necesidad de vaciar el pretratamiento. El mantenimiento de los equipos se puede realizar directamente desde el puente desarenador sin vaciar el pretratamiento, sin paradas.

El soporte consta de:



Tubo de aspiración de aire Ø ext. 60 mm con roscado 2" a un extremo INOX 304L

Cadena para sustentar los equipos. Material INOX 316L.

Manilla. Material INOX 316L.

**4.1.2.- Agitador sumergible 1,5 kw con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes.**

Marca: Grundfos o equivalente

Tipo: Horizontal

**Datos hidráulicos**

Caudal de agitación	0,095 m <sup>3</sup> /s
Diámetro de la hélice	210 mm
Ángulo de la hélice	—°
Número de álabes	3
Velocidad de la hélice	1463 rpm
Aro de corriente	No
Empuje	272 N

**Datos del motor**

P2 Pot. Nominal en el eje	1,5 kW
P1 Pot. Nominal de red	1,77 kW
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Intensidad nominal	3,65 A
Factor de potencia	0,7

**Materiales**

Recubrimiento	epoxi 120 micras
Carcasa del motor	EN-GJL-250 pintado
Eje del rotor	1.4021 (AISI 420)
Hélice	1.4460 (AISI 329)
Soporte	EN-GJL-250 pintado/poliamida (CF-8M)
Tornillería exterior	1.4401 (AISI 316) OTROS
Peso	41 kg
Longitud (tipo) del cable	10 m
Potencia de agitación	1,18 kW

**Protecciones**

Estanqueidad del eje junta mecánica SiC-SiC / NBR

Protección térmica TCS con sensor en el estator y sensor PTC bilateral en el bobinado

Protección de estanqueidad sistema DI con sensores en la cámara de aceite, motor y caja de conexiones

Incluso sistema de elevación .BC XRW200/400GALV. 60X60 (H=6m) 250 kg

**4.1.3.- Agitador mezclador sumergible horizontal 3,04 kW (zona Anóxica)**

Marca: Grundfos o equivalente

Tipo: Horizontal

Modelo: SMG.30.71.303.5.1B

**Características:**

Relación empuje potencia: 0,378

Fuerza de empuje axial: 1150 N

Caudal nominal: 477 l/s

Velocidad media: 1,21 m/s

Velocidad de la hélice: 303 rpm

Velocidad de rotación: m s

Relación de transmisión: 4.830

Diámetro del impulsor: 710 mm

Número de álabes de hélice: 2

Cierre primario: 2 RADIAL LIP SEALS

Cierre secundario: SIC /SIC

Normativa de ensayo: ISO 21630

**Materiales:**

Motor: AISI EN-GJL-250

Hélice: 1.4301

Concentrador: AISI 1.4301

Grosor pintura: 450 micrometre

**Instalación:**

Profundidad máxima de instalación: 20 m

Se ajusta al tubo y tamaño del perfil de columna.: 80/80 mm

**Líquido:**

Rango de temperatura del líquido: 278 .. 313 K

**Datos eléctricos:**

Potencia de entrada - P1: 3.4 kW

Pot. de entrada real: 3.04 kW

Potencia nominal - P2: 3 kW

Frecuencia de red: 50 Hz

Tensión nominal: 3 x 400-415 V

Toler. tensión: +6/-10 %  
Intensidad nominal: 6.2 A  
Intensidad de arranque: 47 A  
Cos phi - Factor de potencia: 0.84  
Cos phi - Factor de potencia a 3/4 de carga: 0.78  
Cos phi - Factor de potencia a 1/2 de carga: 0.66  
Eficiencia del motor a carga total: 87.72 %  
Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 87.9 %  
Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 87 %  
Número de polos: 4  
Tipo de arranque: Estrella/triángulo  
Grado de protección (IEC 34-5): IP68  
Clase de aislamiento (IEC 85): H  
Resistente a explosiones: no  
Longitud de cable: 10 m  
Tipo de cable: S1BN8-F 11G1.5  
Tipo de clavija de cable: NO

**Paneles control:**

Sensor de humedad: relé ALR-20/A  
Detector de agua en aceite: con detector de agua en aceite

**Elemento de izado:**

Grúa 100kg con torno galvanizado 6AF, Cable tensor D4mm, 15m, safety stop 316 Pie de grúa galv, Abrazadera de cable para AMD y AMG

**Otros:**

Peso neto: 77 kg  
Soporte de motor para AMG, Fijación inferior compl. para AMG, Tubo guía 80x80x3 6m 304SS, Bloqueo de profundidad para AMG, Fijación superior para AMG

**4.1.4.- Agitador mezclador sumergible horizontal 4,1 kW (zona Anóxica I y II)**

Marca: Grundfos o equivalente  
Tipo: Horizontal  
Modelo: SMG.36.71.301.5.1B

**Características:**

Relación empuje/potencia: 0.360  
Fuerza de empuje axial: 1340 N  
Caudal nominal: 515 l/s  
Velocidad media: 1.3 m/s  
Velocidad de la hélice: 301 rpm

Velocidad de rotación: 11.2 m/s  
Relación de transmisión: 4.830  
Diámetro del impulsor: 710 mm  
Número de álabes de hélice: 2  
Cierre primario: 2 RADIAL LIP SEALS  
Cierre secundario: SIC/SIC  
Normativa de ensayo: ISO 21630

**Materiales:**

Motor: AISI EN-GJL-250  
Hélice: 1.4301  
Concentrador: AISI 1.4301  
Grosor pintura: 450 micrometre

**Instalación:**

Profundidad máxima de instalación: 20 m  
Se ajusta al tubo y tamaño del perfil de columna.: 80/80 mm

**Líquido:**

Rango de temperatura del líquido: 278 .. 313 K

**Datos eléctricos:**

Potencia de entrada - P1: 3.4 kW  
Potencia de entrada - P1: 4.1 kW  
Pot. de entrada real: 3.72 kW  
Potencia nominal - P2: 3.6 kW  
Frecuencia de red: 50 Hz  
Tensión nominal: 3 x 400-415 V  
Toler. tensión: +6/-10 %  
Intensidad nominal: 7.3 A  
Intensidad de arranque: 47 A  
Cos phi - Factor de potencia: 0.86  
Cos phi - Factor de potencia a 3/4 de carga: 0.83  
Cos phi - Factor de potencia a 1/2 de carga: 0.72  
Eficiencia del motor a carga total: 87 %  
Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 87.8 %  
Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 87.6 %  
Número de polos: 4  
Tipo de arranque: Estrella/triángulo  
Grado de protección (IEC 34-5): IP68  
Clase de aislamiento (IEC 85): H

Resistente a explosiones: no

Longitud de cable: 10 m

Tipo de cable: S1BN8-F 11G1.5

Tipo de clavija de cable: NO

**Paneles control:**

Sensor de humedad: relé ALR-20/A

Detector de agua en aceite: con detector de agua en aceite

**Elemento de izado:**

Grúa 100kg con torno galvanizado 6AF, Cable tensor D4mm, 15m, safety stop 316 Pie de grúa galv, Abrazadera de cable para AMD y AMG

**Otros:**

Peso neto: 77 kg

Soporte de motor para AMG, Fijación inferior compl. para AMG, Tubo guía 80x80x3 6m 304SS, Bloqueo de profundidad para AMG, Fijación superior para AMG

**4.1.5.- Agitador mezclador sumergible horizontal 2,8 kW (zona Facultativa)**

Marca: Grundfos o equivalente

Tipo: Horizontal

Modelo: SMG.25.71.263.5.1B

**Características:**

Relación empuje/potencia: 0.413

Fuerza de empuje axial: 1020 N

Caudal nominal: 449 l/s

Velocidad media: 1.13 m/s

Velocidad de la hélice: 263 rpm

Velocidad de rotación: 9.78 m/

Relación de transmisión: 4.830

Diámetro del impulsor: 710 mm

Número de álabes de hélice: 2

Cierre primario: 2 RADIAL LIP SEALS

Cierre secundario: SIC/SIC

Normativa de ensayo: ISO 21630

**Materiales:**

Motor: AISI EN-GJL-250

Hélice: 1.4301

Concentrador: AISI 1.4301

Grosor pintura: 450 micrometre

**Instalación:**

Profundidad máxima de instalación: 20 m

Se ajusta al tubo y tamaño del perfil de columna.: 80/80 mm

**Líquido:**

Rango de temperatura del líquido: 278 .. 313 K

**Datos eléctricos:**

Potencia de entrada - P1: 2.8 kW

Pot. de entrada real: 2.47 kW

Potencia nominal - P2: 2.5 kW

Frecuencia de red: 50 Hz

Tensión nominal: 3 x 400-415 V

Toler. tensión: +6/-10 %

Intensidad nominal: 5.3 A

Intensidad de arranque: 47 A

Cos phi - Factor de potencia: 0.81

Cos phi - Factor de potencia a 3/4 de carga: 0.73

Cos phi - Factor de potencia a 1/2 de carga: 0.59

Eficiencia del motor a carga total: 87.9 %

Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 87.7 %

Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 85.9 %

Número de polos: 4

Tipo de arranque: Estrella/triángulo

Grado de protección (IEC 34-5): IP68

Clase de aislamiento (IEC 85): H

Resistente a explosiones: no

Longitud de cable: 10 m

Tipo de cable: S1BN8-F 11G1.5

Tipo de clavija de cable: NO

**Paneles control:**

Sensor de humedad: relé ALR-20/A

Detector de agua en aceite: con detector de agua en aceite

**Elemento de izado:**

Grúa 100kg con torno galvanizado 6AF, Cable tensor D4mm, 15m, safety stop 316 Pie de grúa galv, Abrazadera de cable para AMD y AMG

**Otros:**

Peso neto: 77 kg

Soporte de motor para AMG, Fijación inferior compl. para AMG, Tubo guía 80x80x3 6m 304SS, Bloqueo de profundidad para AMG, Fijación superior para AMG

**4.1.6.- Agitador vertical de velocidad lenta 3 kW.**

Marca: TIMSA o Equivalente  
Modelo: PA-09 12 C 07 T25 / 30.6  
Posición sumergida  
Densidad: 1.050 Kg/m<sup>3</sup>  
Viscosidad: < 200 mPas  
Aplicación: Mezcla  
Medidas depósito: 3.400 x 3.400 x 3.400 mm (L x W x H)  
Motor 3 kW 1500 rpm 400V 50Hz IP55 Sombrerete  
Reductor de velocidad: 70 rpm  
Placa de anclaje 300 x 300 mm  
Longitud de eje 3.000 mm  
Hélice axial T25 3 palas ø 1.000 mm  
Materiales  
Eje y hélice AISI316L  
Peso aproximado: 190 Kg

**4.1.7.- Agitador sumergible para homogeneización de fangos en digestor anaerobio.**

Marca. SULZER o equivalente.  
Modelo: Agitador vertical SCABA modelo 80FVPT-Lcc

**Dimensiones del tanque:**

Diámetro 11.700 mm  
Nivel máximo de líquido 13.380 mm  
Nivel mínimo de agitación 7.500 mm  
Nivel montaje sobre fondo tanque 15.400 mm  
Altura de la camisa 11.500 mm  
Altura del cono superior 1.700 mm  
Profundidad del cono inferior 1.880 mm

**Dimensiones agitador:**

Longitud total del eje: 14,580 m.  
Diámetro agitador 1: 2.900 mm.  
Diámetro agitador 2: 2.900 mm.  
Diámetro agitador 3: 2.200 mm.

Valores medios:

Curva de flujo Herschel-Bulkley  $\tau = 0 + 32 * (dv/dy)^{0.35}$  mPas

Exp. en la ley exponencial para visc.	0.35
Viscosidad media (a 26/s)	21 mPas
Índice de viscosidad máximo.	10
Diferencia máxima de densidad	0.1
Densidad media	1.05 g/cm <sup>3</sup>
Temperatura	40 °C

**Motor:**

Marca:	ABB - M3HP 100 LB
Potencia motor:	3 kW - 1500 r.p.m.
Frecuencia/Tensión	50 Hz - 230/400
Forma de protección	ATEX II 2G EExe T3
Material eje:	Fundición.

**Engranajes**

Marca/Tipo:	NORD - SK5382AFBH
Revoluciones de salida	17 r.p.m
Forma de instalación	H5(M4)
Adaptado para el motor de brida IEC (IEC100)	

**4.1.8.- Agitador mezclador sumergible horizontal 2,3 kW**

Marca:	Grundfos o equivalente
Tipo:	Horizontal
Modelo:	SMD.18.25.1440.T.5.0B
Servicio	Depósito fangos espesados

**Características:**

Relación empuje/potencia:	0.205
Fuerza de empuje axial:	390 N
Caudal nominal:	97,8 m <sup>3</sup> /h
Velocidad media:	1.99 m/s
Velocidad de la hélice:	1460 rpm
Diámetro del impulsor:	250 mm
Número de álabes de hélice:	2
Cierre primario:	LIP SEAL
Cierre secundario:	SIC/SIC
Normativa de ensayo:	ISO 21630



Materiales:

Motor: AISI 1.4408  
Hélice: 1.4408  
Concentrador: AISI 1.4408

Instalación:

Profundidad máxima de instalación: 20 m  
Se ajusta al tubo y tamaño del perfil de columna.: 80/80 mm

Líquido:

Rango de temperatura del líquido: 5-4 °C

Datos eléctricos:

Potencia de entrada - P1: 2,1 kW  
Potencia nominal - P2: 1.9 kW  
Frecuencia de red: 50 Hz  
Tensión nominal: 3 x 400-415 V  
Toler. Tensión: +6/-10 %  
Intensidad nominal: 3.3 A  
Intensidad de arranque: 23 A  
Cos phi - Factor de potencia: 0.82  
Cos phi - Factor de potencia a 3/4 de carga: 0.77  
Cos phi - Factor de potencia a 1/2 de carga: 0.65  
Eficiencia del motor a carga total: 84,5 %  
Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 86.1 %  
Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 86,2 %  
Número de polos: 4  
Tipo de arranque: directo  
Grado de protección (IEC 34-5): IP68  
Clase de aislamiento (IEC 85): F  
Resistente a explosiones: no  
Longitud de cable: 10 m  
Tipo de clavija de cable: NO

Paneles control:

Sensor de humedad: relé ALR-20/A

Detector de agua en aceite: con detector de agua en aceite

Otros:

Peso neto: 36 kg

Soporte de motor para AMG, Fijación inferior compl. para AMG, Tubo guía 80x80x3 6m 304SS, Bloqueo de profundidad para AMG, Fijación superior para AMG

#### **4.1.9.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.2.- BOMBAS SUMERGIBLES**

##### **4.2.1.- Bomba centrífuga sumergible Q = 50 m<sup>3</sup>/h a 10 m.c.a.**

Marca: SULZER o equivalente  
Modelo: XFP80C-CB1.2-PE29/4-D01\*10  
Servicio: Bombeo escurridos recepción tolvas

#### **Datos diseño**

Caudal: 51,53 m<sup>3</sup>/h  
Altura: 10,19 mca  
Rendimiento hidráulico: 61,32 %  
Potencia en el eje: 2,33 kW

#### **Hidráulica**

Tipo de impulsor: Contrablock Plus 1 álabe  
Diámetro del impulsor: 2  
Velocidad del impulsor: 1437 rpm  
Diámetro del tubo de descarga: 80 mm  
Paso de sólidos: 75 mm

#### **Motor**

Potencia nominal en el eje P2 : 3 kW

Potencia nominal consumida de red P1:	3,39 kW
Tensión de servicio:	400 V
Frecuencia:	50 Hz
Intensidad nominal:	6,4 A
Características especiales del motor:	Eex
Longitud (tipo) del cable:	10 m

Protecciones estándar del motor (ampliables):

Protecciones térmicas: TCS con sensores térmicos en el bobinado

Protecciones de estanqueidad: Sistema DI, con sonda en la cámara de aceite

### **Materiales**

Carcasa del motor:	EN-GJL-250
Impulsor:	EN-GJL-250
Eje del motor:	1.4021 (AISI 420)
Tornillería:	1.4401 (AISI 316)
Estanqueidad en el eje:	Doble junta mecánica SiC/SiC - SiC-C
Camisa de refrigeración (si aplica)	no
Asa de izado:	1.4401 (AISI 316)
Placa/anillo de desgaste:	EN-GJL-250
Recubrimiento:	epoxi 120 um

Peso: 100 kg

#### **4.2.2.- Bomba sumergible para agua residual, 95 m<sup>3</sup>/h a 10 mca.**

Marca:	Sulzer o Equivalente
Modelo:	XFP100E-CB1.4-PE60/4-D05*10
Servicio:	Bombeo vaciado plataforma superior
Caudal en punto de trabajo:	95 m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica:	10 m.c.a.
Rendimiento hidráulico:	69,08 %
Potencia absorbida en el eje	4,26 KW
Paso de Sólidos:	80 mm

### **Hidráulica:**

Tipo de impulsor:	Contrablock Plus 1 álabe
Diámetro del impulsor:	4"
Velocidad del impulsor:	1468 rpm

Diámetro del tubo de descarga: 100 mm

Paso de sólidos: 80 mm

**Materiales:**

Carcasa del motor: EN-GJL-250

Impulsor: EN-GJL-250

Eje del motor: 1.4021 (AISI 420)

Tornillería: 1.4401 (AISI 316)

Estanqueidad en el eje: Doble junta mecánica SiC/SiC - SiC-C

Camisa de refrigeración: no

Asa de izado: 1.4401 (AISI 316)

Placa/anillo de desgaste: EN-GJL-250

Recubrimiento: Resina epoxídica 120 um

**Datos motor:**

Tipo/clasificación: Motor Premium Efficiency IE3, antideflagrante EEX.

Tensión nominal: 400 V

Potencia nominal en el eje P2: 6 kW

Potencia nom. consum. red P1: 6,68 kW

Tensión de servicio: 400 V

Frecuencia: 50 Hz

Intensidad nominal: 13,59 A

Características especiales del motor: Eex

Longitud (tipo) del cable: 10 m

Grado de protección: IP 68

Peso: 177 kg

Incluye conexión de descarga para acoplamiento automático de las bombas, con salida acodada a tubería, espárragos de anclaje y soportes superiores de tubo guía AFP 1.

Módulo CA462 para supervisión de electrodos de temperatura (ptc-bimetal) y humedad (electrodo di) de bombas.

Pilotos led, 2 salidas NC, Alarma temperatura y humedad, salida NC bloqueo bomba. Alimentación 110-230 vac

**4.2.1.- Bomba centrífuga sumergible Q = 15 m<sup>3</sup>/h a 7 m.c.a. Dec. Prim.**

Marca: SULZER o equivalente

Modelo: AS0530.142-S26/2-D01\*10-KFM

**Datos diseño**

Fluido: **Purga Flotantes decantación primaria**

Caudal:	15m <sup>3</sup> /h
Altura:	12 mca
Rendimiento hidráulico:	33,73 %
Potencia en el eje:	2,06 kW

### **Datos bomba**

Tipo de impulsor:	B-Contra Bloqueo (mono canal abierto)
Diámetro del tubo de descarga:	65 mm
Paso de sólidos:	45 mm

### **Motor**

Potencia nominal en el eje P2:	2,6 kW
Tensión:	400 V
Frecuencia:	50 Hz
Velocidad motor	2900 rpm
Tensión de servicio	400/695 V
Intensidad nominal	5,6(400) A
Peso	40 kg
Longitud del cable	10 m
Nº/Diám. del impulsor	
P1 Pot. consumida de red	3,4 kW
Protección térmica	TCS con sonda en el estátor
Protección de estanqueidad	Sistema DI, con sonda en la cámara de aceite
Tipo de impulsor	Vortex
Paso de sólidos	40 mm
Diámetro de salida	2" mm
Varios	

### **Materiales**

Alojamiento motor	EN-GJL-250
Eje del rotor	1.4021 (AISI 420)
Impulsor	EN-GJL-250
Voluta	EN-GJL-250
Tornillería exterior	1.4401 (AISI 316)
Pedestal acodado DN-65	

**4.2.2.- Bomba centrífuga sumergible Q = 15 m<sup>3</sup>/h a 7 m.c.a. Dec. Prim.**

Marca: SULZER o equivalente  
Modelo: AS0530.142-S26/2-D01\*10-KFM

**Datos diseño**

Fluido: **Purga Flotantes de fangos tratamiento biológico**  
Caudal: 15m<sup>3</sup>/h  
Altura: 7 mca  
Rendimiento hidráulico: 33,73 %  
Potencia en el eje: 2,06 kW

**Datos bomba**

Tipo de impulsor: B-Contra Bloqueo (mono canal abierto)  
Diámetro del tubo de descarga: 65 mm  
Paso de sólidos: 45 mm

**Motor**

Potencia nominal en el eje P2: 2,6 kW  
Tensión: 400 V  
Frecuencia: 50 Hz  
Velocidad motor 2900 rpm  
Tensión de servicio 400/695 V  
Intensidad nominal 5,6(400) A  
Peso 40 kg  
Longitud del cable 10 m  
Nº/Diám. del impulsor  
P1 Pot. consumida de red 3,4 kW  
Protección térmica TCS con sonda en el estátor  
Protección de estanqueidad Sistema DI, con sonda en la cámara de aceite  
Tipo de impulsor Vortex  
Paso de sólidos 40 mm  
Diámetro de salida 2" mm

**Materiales**

Alojamiento motor EN-GJL-250  
Eje del rotor 1.4021 (AISI 420)  
Impulsor EN-GJL-250

Voluta EN-GJL-250  
Tornillería exterior 1.4401 (AISI 316)

Pedestal acodado DN-65

#### **4.2.3.- Bomba centrífuga sumergible Q = 30 m<sup>3</sup>/h a 12 m.c.a.**

Marca: SULZER o equivalente  
Modelo: AS0631.151-S30/2-D01\*10-KFM  
Servicio: **Bombeo de fangos en exceso**

##### **Datos diseño**

Fluido: Purga de fangos secundarios en exceso  
Caudal: 31,82 m<sup>3</sup>/h  
Altura: 12,37 mca  
Rendimiento hidráulico: 37,75 %  
Potencia en el eje: 2,88kW

##### **Datos bomba**

Tipo de impulsor: B-Contra Bloqueo (mono canal abierto)  
Diámetro del tubo de descarga: 65 mm  
Paso de sólidos: 45 mm  
Pedestal DN 65 AS/MF

##### **Motor**

P2 Pot. nominal en eje Velocidad motor 3 kW  
Velocidad motor 2900 rpm  
Tensión de servicio 400 V  
Intensidad nominal 6,2 A  
Peso 46 Kg  
Longitud del cable  
P1 Pot. Consumida de red 3.74 kW  
Protección térmica TCS con sonda en el estátor  
Protección de estanqueidad TCS con sonda en el estátor Sistema DI, con sondas en la cámara de aceite  
Tipo de impulsor Vortex  
Paso de sólidos 40 mm  
Diámetro de salida 65 mm

Módulo ca462 para supervisión de electrodos de temperatura (PTC-BIMETAL) y humedad (electrodo DI) de bombas. Pilotos led. 2 salidas NC alarma temperatura y humedad salida NC bloque bomba. Alimentación 110-230VAC

##### **Materiales**

Alojamiento motor	EN-GJL-250
Eje del rotor	1.4021 (AISI 420)
Impulsor	EN-GJL-250
Voluta	EN-GJL-250
Tornillería exterior	1.4401 (AISI 316)
Sistema de refrigeración	Libre circulación del medio
Estanqueidad del eje	junta mecánica SiC

**4.2.4.- Bomba centrífuga sumergible Q = 490 m<sup>3</sup>/h a 3 m.c.a.**

Marca:	SULZER o equivalente
Modelo:	XFP201G-CB2.1-PE140/6-D05*10 NG2
Servicio	<b>Bombeo de recirculación externa de fangos</b>

**Datos diseño**

Fluido:	Fangos secundarios
Caudal:	542,1 m <sup>3</sup> /h
Altura:	4,22 mca
Rendimiento hidráulico:	69,06 %
Potencia en el eje:	10.91 kW

**Hidráulica:**

Tipo de impulsor:	Contrablock 2 álabes
Diámetro del impulsor:	3
Velocidad del impulsor:	969 rpm
Diámetro del tubo de descarga:	200 mm
Paso de sólidos:	125 mm

**Motor**

Potencia nominal en el eje P2:	14 kW
Potencia nominal consumida de red P1:	15,52 kW
Tensión de servicio:	400 V
Frecuencia:	50 Hz
Intensidad nominal:	28,66 A

Características especiales del motor: Eex

Longitud (tipo) del cable: 10 (EMC) m

Protecciones estándar del motor (ampliables):

Protecciones térmicas: TCS con sensores térmicos en el bobinado Protecciones de estanqueidad: Sistema DI, con sonda en la cámara de aceite

Módulo ca462 para supervisión de electrodos de temperatura (PTC-BIMETAL) y humedad (electrodo DI) de bombas. Pilotos led. 2 salidas NC alarma temperatura y humedad salida NC bloque bomba. Alimentación 110-230VAC



### **Materiales**

Carcasa del motor: EN-GJL-250  
Impulsor: EN-GJL-250  
Eje del motor: 1.4021 (AISI 420)  
Tornillería: 1.4401 (AISI 316)  
Estanqueidad en el eje: Doble junta mecánica SiC/SiC - SiC-C  
Camisa de refrigeración (si aplica): no  
Asa de izado: 1.4401 (AISI 316)  
Placa/anillo de desgaste: EN-GJL-250  
Recubrimiento: Resina epoxídica 2 componentes 120 um  
Peso: 424 kg

#### **4.2.5.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

### **4.3.- BOMBAS TORNILLO HORIZONTAL**

#### **4.3.1.- Bomba helicoidal para purga de fangos primarios**

Marca: Mono o equivalente  
Modelo: Z35KC11RMA  
Fluido: fangos espesados  $\leq 5\%$   
Servicio: Impulsión fangos primarios a deposito regulación  
Caudal: 7 - 27 m<sup>3</sup>/h  
Altura manométrica.:  $\leq 20$  mca  
Paso de solidos: 10mm (duros)# 35mm (deformables)  
Rendimiento bomba en P.B.: 40%  
Potencia absorbida 1,64 kW  
Par de arranque 133 Nm  
Par funcionam. 67 Nm  
Potencia recomendada 2,2 kW  
NPSH Bomba 1.71 mca  
Conex.asp/impulsión: 80mm DIN 2533; PN-16

### **Materiales**

Cuerpo: h° f° bs en 1561 grado en-gjl-hb195

Rotor: acero bs970 708 ó 709m40t/cromado (1)  
Stator: caucho sintético perbunan  
Biela de 2 piezas: acero al carbono; bs en 10277  
Eje accionamiento: acero inox.bs en 10088  
Sellado: cierre mecánico en silicio

#### **Accionamiento**

Motor: Eléctrico ie3 con termistores  
Potencia: 3 kw  
Velocidad: 1.450 rpm  
Tension: 400 vlts  
Frecuencia: 50 hz  
Proteccion: IP-55  
Forma constructiva: B-5  
Aislamiento: F

#### **Reductor de velocidad**

Modelo : nord sk572.1f  
Acoplamiento a bomba : monobloc  
Velocidad de salida : ±240 rpm. A 50 hz.

#### **Acabado**

Según procedimiento PS242. Pintura EPOXI  
- Acabado final de 55-95 micras.  
- Color RAL 5005 azul.

Incluye bancada común, construida en chapa de acero conformada y provista de los anclajes para su fijación en la fundación de hormigón,

#### **4.3.2.- Bomba helicoidal para purga de fangos Qmax=25 m3/h a 15 mca**

Caudal:	6 - 25 m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica.:	=15 mca
Servicio	Bombeo de fangos mixtos a preespesado
Paso de solidos:	10mm (duros)# 35mm (deformables)
Rendimiento bomba en P.B.:	42%
Potencia absorbida	3,27 kW
Par de arranque	222 Nm
Par funcionam.	115 Nm
Potencia recomendada	5,5 kW
NPSH Bomba	2,41 mca

Conex.asp/impulsión: 100mm DIN 2533; PN-16

### **Materiales**

Cuerpo: h° f° bs en 1561 grado en-gjl-hb195  
Rotor: acero bs970 708 ó 709m40t/cromado (1)  
Stator: caucho sintético perbunan  
Biela de 2 piezas: acero al carbono; bs en 10277  
Eje accionamiento: acero inox.bs en 10088  
Sellado: cierre mecánico en silicio

### **Accionamiento**

Motor: Eléctrico ie3 con termistores

Potencia: 5,5 kw  
Velocidad: 1.450 rpm  
Tension: 400 vlts  
Frecuencia: 50 hz  
Proteccion: IP-55  
Forma constructiva: B-5  
Aislamiento: F

### **Reductor de velocidad**

Modelo: nord sk572.1f  
Acoplamiento a bomba: monobloc  
Velocidad de salida ±272 rpm. A 50 hz.

### **Acabado**

Según procedimiento PS242. Pintura EPOXI

- Acabado final de 55-95 micras.
- Color RAL 5005 azul.

Incluye bancada común, construida en chapa de acero conformada y provista de los anclajes para su fijación en la fundación de hormigón.

#### **4.3.3.- Bomba helicoidal de fangos Q 3.4 m3/h a 120 mca**

Marca : mono  
Modelo : W05BC11RPA/G412

Servicio:	: bombeo fangos predeshidratados a tolva
Ejecución	: horizontal
Fluido a bombear	: polielectrolito al =0,5%
Tª fluido	: ambiente
Sequedad	: 17%
Velocidad bomba	: 2102 rpm
Caudal	: 3400 l/h.
Altura manométrica	: 12 bar.
Presión máxima diseño	: 12 bar.
Par de arranque	: 76 Nm
Par funcionamiento	: 78 NM
Rendimiento mecánico	: 60%
Paso de solidos	: 10 mm(duros)# 40mm(deformables)
Potencia absorbida	: 4 kw
Potencia recomendada	: 0,55 kw
Conex. Aspiración	: 750x250mm
Conex. Impulsión	: 80mm DIN 2533; PN-16

### **Materiales**

Cuerpo:	hº fº bs en 1561 grado en-gjl-hb195
Tolva:	chapa de acero Bs en 10025 Grado S275
Rotor:	ACERO AISI 4.140/CROMADO (250µ)(1)
Stator:	caucho sintético perbunan
Tornillo alimentación	chapa de acero Bs en 10025 Grado S275
Cabezas de biela	Aceros Inox. AISI 316
Sellado:	empaquetadura grafitada ZG

(1) La dureza en el núcleo es de: =500HV y en la capa de cromo duro(0,25mm)de:1.250HV.

### **Accionamiento**

Motor:	Eléctrico ie3 con termistores
Potencia:	4 kw
Velocidad:	1.450 rpm
Tension:	400 vlts
Frecuencia:	50 hz
Proteccion:	IP-55
Forma constructiva:	B-5

Aislamiento: F

### **Reductor de velocidad**

Modelo: Nord sk572.1f  
Acoplamiento a bomba: monobloc  
Velocidad de salida:  $\pm 191$  rpm. A 50 hz.

### **Acabado**

Según procedimiento PS242. Pintura EPOXI

- Acabado final de 55-95 micras.
- Color RAL 5005 azul.

Incluye bancada común, construida en chapa de acero conformada y provista de los anclajes para su fijación en la fundación de hormigón,

### **4.3.4.- Bomba helicoidal fangos Q= 12m<sup>3</sup>/h 6 mca**

Marca: Mono o equivalente  
Modelo: Z36KC11RMA  
Servicio: Bombeo de fangos digeridos a postdeshidratación  
Fluido: fangos espesados = 7%  
Caudal: 25 m<sup>3</sup>/h  
Altura manométrica.: =20 mca  
Paso de solidos: 12mm(duros)# 40mm(deformables)  
Rendimiento bomba en P.B.: 34%  
Potencia absorbida 4.1kW  
Par de arranque 263 Nm  
Par funcionam. 149 Nm  
Potencia recomendada 5.5kW  
NPSH Bomba 2,41mca  
Conex.asp/impulsión: 100mm DIN 2533; PN-16

### **Materiales**

Cuerpo: h° f° bs en 1561 grado en-gjl-hb195  
Rotor: acero bs970 708 ó 709m40t/cromado (1)  
Stator: caucho sintético perbunan  
Biela de 2 piezas: acero al carbono; bs en 10277

Eje accionamiento: acero inox.bs en 10088  
Sellado: cierre mecánico en silicio

**Accionamiento**

Motor: Eléctrico ie3 con termistores  
Potencia: 3 kw  
Velocidad: 1.450 rpm  
Tension: 400 vlts  
Frecuencia: 50 hz  
Proteccion: IP-55  
Forma constructiva: B-5  
Aislamiento: F

**Reductor de velocidad**

Modelo : nord sk572.1f  
Acoplamiento a bomba : monobloc  
Velocidad de salida : ±240 rpm. A 50 hz.

**Acabado**

Según procedimiento PS242. Pintura EPOXI  
- Acabado final de 55-95 micras.  
- Color RAL 5005 azul.

Incluye bancada común, construida en chapa de acero conformada y provista de los anclajes para su fijación en la fundación de hormigón,

**4.3.5.- Bomba helicoidal para fangos Q = 5,5 m3/h a 120 mca**

Marca: Mono o equivalente  
Modelo: CW074H2R1/G412  
Fluido: fangos deshidratado  
Sequedad: 30%  
Servicio: Fangos deshidratado a silo almacenamiento  
Caudal: 5,5 m<sup>3</sup>/h  
Presión de bombeo : 20 bar.  
Presión máxima bomba : 24 bar.  
Potencia absorbida p.t. : 7,20 kw.

Potencia absorb.max.presion :	8,22 kw.
Par de arranque :	1.408 nm.
Par de funcionamiento :	936 nm.
Rendimiento :	60%
Paso de solidos:	14mm(DUROS)# 44mm(DEFORMABLES)
Potencia recomend.motor	18,5 kw
Conexión aspiración	1.000x360mm.
Conexión impulsión	125mm din 2533; pn-40

### **Materiales**

Cuerpo:	H° F° bs en 1561 grado en-gjl-hb195
Rotor:	Acero bs970 708 ó 709m40t/cromado (1)
Stator:	Caucho sintético perbunan
Tornillo alimentación	Chapa de acero Bs en 10025 Grado S275 Cabezas de biela en Acero Inox. AISI 316
Eje accionamiento:	Acero inox.bs en 10088
Sellado:	Empaquetadura grafitada ZG

### **Accionamiento**

Motor:	Eléctrico ie3 con termistores
Potencia:	18 kw
Velocidad:	1.450 rpm
Tensión:	400 vlts
Frecuencia:	50 hz
Protección:	IP-55
Forma constructiva:	B-5
Aislamiento:	F

### **Reductor de velocidad**

Modelo	: nord
Acoplamiento a bomba	: monobloc
Velocidad de salida	: ±240 rpm. A 50 hz.

### **Acabado**

- Según procedimiento PS242. Pintura EPOXI
- Acabado final de 55-95 micras.
  - Color RAL 5005 azul.

Incluye bancada común, construida en chapa de acero conformada y provista de los anclajes para su fijación en la fundación de hormigón,

#### **4.3.6.- Bomba helicoidal para dosificación de polielectrolito 200 – 790 l/h**

Marca	: mono
Modelo	: C22AC11RMA
Servicio:	: Poli electrolito a espesadores dinámicos
Ejecución	: horizontal
Fluido a bombear	: polielectrolito al =0,5%
Tª fluido	: ambiente
Viscosidad	: < 1.500 cps
Caudal	: 100 330 l/h.
Altura manométrica	: =25 m.c.a.
Presión máxima diseño	: 6 bar.
Velocidad bomba	: 60 - 180 rpm
Paso de solidos	: 3,5mm(duros)# 10mm(deformables)
Potencia absorbida	: 0,13 kw
Par de arranque	: 11Nm
Par funcionamiento	: 7NM
Potencia recomendada	: 0,37 kw
N.P.S.H.bomba	: 1,79 mca
Conex.asp/impulsión	: 1¼” rosca bsp.

#### **Materiales**

Cuerpo:	hº fº bs en 1561 grado en-gjl-hb195
Rotor:	acero bs970 708 ó 709m40t/cromado (1)
Stator:	caucho sintético perbunan
Biela de 2 piezas:	acero al carbono; bs en 10277
Eje accionamiento:	acero inox.bs en 10088
Sellado:	cierre mecánico en silicio

#### **Accionamiento**

Motor:	Eléctrico ie3 con termistores
Potencia:	0,37 kw
Velocidad:	1.450 rpm



Tension:	400 vlts
Frecuencia:	50 hz
Proteccion:	IP-55
Forma constructiva:	B-5
Aislamiento:	F
Reductor de velocidad	
Modelo:	Nord sk572.1f
Acoplamiento a bomba:	monobloc
Velocidad de salida:	±191 rpm. A 50 hz.

### **Acabado**

Según procedimiento PS242. Pintura EPOXI

- Acabado final de 55-95 micras.
- Color RAL 5005 azul.

Incluye bancada común, construida en chapa de acero conformada y provista de los anclajes para su fijación en la fundación de hormigón,

### **4.3.7.- Bomba helicoidal para dosificación de polielectrolito 1165 l/h**

Marca	: mono
Modelo	: C23AC11RMA
Servicio:	: Poli electrolito a deshidratación
Ejecución	: horizontal
Fluido a bombear	: polielectrolito al =0,5%
Tª fluido	: ambiente
Viscosidad	: < 1.500 cps
Caudal	: 500 1.165 l/h.
Altura manométrica	: 25 m.c.a.
Presión máxima diseño	: 6 bar.
Velocidad bomba	: 140 - 312 rpm
Paso de solidos	: 5 mm(duros)# 20mm(deformables)
Potencia absorbida	: 0,36 kw
Par de arranque	: 21 Nm
Par funcionamiento	: 11 NM
Potencia recomendada	: 0,55 kw

N.P.S.H.bomba : 1,84 mca  
Conex.asp/impulsión : 1¼” rosca bsp.

### **Materiales**

Cuerpo: hº fº bs en 1561 grado en-gjl-hb195  
Rotor: acero bs970 708 ó 709m40t/cromado (1)  
Stator: caucho sintético perbunan  
Biela de 2 piezas: acero al carbono; bs en 10277  
Eje accionamiento: acero inox.bs en 10088  
Sellado: cierre mecánico en silicio

### **Accionamiento**

Motor: Eléctrico ie3 con termistores  
Potencia: 0,55 kw  
Velocidad: 1.450 rpm  
Tension: 400 vlts  
Frecuencia: 50 hz  
Proteccion: IP-55  
Forma constructiva: B-5  
Aislamiento: F

### **Reductor de velocidad**

Modelo: Nord sk572.1f  
Acoplamiento a bomba: monobloc  
Velocidad de salida: ±191 rpm. A 50 hz.

### **Acabado**

Según procedimiento PS242. Pintura EPOXI

- Acabado final de 55-95 micras.
- Color RAL 5005 azul.

Incluye bancada común, construida en chapa de acero conformada y provista de los anclajes para su fijación en la fundación de hormigón.

#### **4.3.8.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.4.- BOMBA DE HELICE HORIZONTAL**

##### **4.4.1.- Bomba de hélice totalmente sumergible Q= 1.211 m<sup>3</sup>/h a 1 m.c.a**

Marca: SULZER o equivalente

Modelo: RCP5034 A75/12 EC NG

Servicio: Bombeo de recirculación interna de zona anaerobia a anóxica

##### **Datos de la instalación**

Caudal unitario solicitado 1.205 m<sup>3</sup>/h

Altura manométrica calculada 1 m.c.a.

Tipo de agua agua residual

Tipo de instalación sumergida fija en pared

Temperatura del agua ambiente

Densidad 1 Tm/m<sup>3</sup>

##### **Parámetros en el punto de servicio**

Caudal unitario: 1211 m<sup>3</sup>/h

Altura manométrica: 1,01 m.c.a

Rendimiento hidráulico: 59,63 %

Potencia en el eje: 5,57 kW

Potencia P1 7,77 kW

Potencia en el eje P2 5,57 kW

Tipo de instalación Bomba simple

**Datos de la bomba** Tipo RC

P 500 50 HZ

Serie RCP

Nº de álabes 3

Boca impulsión DN500

Impulsor Hélice

Diámetro de impulsor 492 mm

Tipo de instalación sumergida

##### **Hidráulica:**

Tipo de impulsor: Hélice de tres álabes

Diámetro del impulsor: 5034

Velocidad del impulsor: 461 rpm

Diámetro del tubo de descarga: 500 mm

Paso de sólidos: n/a mm

**Datos del motor**

Tensión nominal 400 V  
Pot. absorbida en el eje P2 7,5 kW  
Nº de polos 12  
Factor de potencia 0,61  
Intensidad de arranque 53,9 A  
Par de arranque 135 Nm  
Clase de aislamiento F  
Frecuencia 50 Hz  
Velocidad nominal 462 1/min  
Rendimiento 72,2 %  
Corriente nominal 24,5 A  
Par nominal 155 Nm  
Grado de protección IP 68  
Nº arranques/hora 10  
Incluso pescante izado 500 Kg

**4.4.2.- Bomba de hélice totalmente sumergible Q= 420 m<sup>3</sup>/h a 1 m.c.a**

Marca: SULZER o equivalente  
Modelo: RCP4024 A30/8 EC  
Servicio: Bombeo de recirculación interna de zona anóxica a Zona anaerobia

**Datos de la instalación**

Caudal unitario solicitado 400 m<sup>3</sup>/h  
Altura manométrica calculada 1 m.c.a.  
Tipo de agua agua residual  
Tipo de instalación sumergida fija en pared  
Temperatura del agua ambiente  
Densidad 1 Tm/m<sup>3</sup>

**Parámetros en el punto de servicio**

Caudal unitario: 419,8 m<sup>3</sup>/h  
Altura manométrica: 1,01 m.c.a  
Rendimiento hidráulico: 48,33 %  
Potencia en el eje: 2,52 kW  
Potencia P1 7,77 kW  
Potencia en el eje P2 5,57 kW  
Fluido Agua  
Tipo de instalación Bomba simple

**Datos de la bomba**

Tipo RCP 400 50 HZ  
Serie RCP  
Nº de álabes 3  
Boca impulsión DN400  
Impulsor Hélice  
Diámetro de impulsor 394 mm  
Boca de aspiración DN400  
Tipo de instalación sumergida

**Hidráulica:**

Tipo de impulsor: Hélice de tres álabes  
Diámetro del impulsor: 4024  
Velocidad del impulsor: 730 rpm  
Diámetro del tubo de descarga: 400 mm  
Paso de sólidos: n/a mm

**Datos del motor**

Tensión nominal 400 V  
Pot. absorbida en el eje P2 3 kW  
Nº de polos 8  
Factor de potencia 0,61  
Intensidad de arranque 37 A  
Par de arranque 72,9 Nm  
Clase de aislamiento F  
Frecuencia 50 Hz  
Velocidad nominal 703 1/min  
Rendimiento 71,5 %  
Corriente nominal 9,3 A  
Par nominal 40,8 Nm  
Grado de protección IP 68  
Nº arranques/hora 10  
Incluso pescante izado 500 Kg

**4.4.1.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.5.- BOMBAS DOSIFICADORAS**

##### **4.5.1.- Bomba dosificadora de membrana de caudal regulable entre 83 y 9 L/H.**

Marca: DOSAPRO MILTON ROY o equivalente.

Tipo: G A 90 P6 P3

Producto: Hipoclorito sódico

Carrera: 6 mm

Cadencia: 72 gpm

Caudal regulable: 83 - 9 l/h

Contrapresión máxima: 5 bar.

##### **Materiales**

Membrana: Teflón.

Cuerpo: Polipropileno

Cajas de válvulas: Polipropileno.

Asientos : PTFE.

Bolas: Cerámica.

Motor 60 w 220/380v III 50 Hz IP – 55

Incluso accesorios para montaje.

##### **4.5.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización.

#### **4.6.- EQUIPO RECEPCIÓN DE FOSAS SÉPTICAS**

##### **4.6.1.- Tolva de descarga de camiones chupona de fosas sépticas**

Cantidad: 1

Longitud: 6.000 mm

Ancho: 2.400 mm

Altura total: 3.100 mm

Volumen: 12 m3

##### **Materiales de construcción:**

Tolva, estructura y reja: Acero inoxidable 316 L

Acabado: Decapado, pasivado y desengrasado en acero inoxidable

Sinfin de transporte:

Inclinación: 0°  
Diámetro nominal del sinfín: 350 mm  
Tipo: Con eje de alto espesor  
Material: Acero de alta resistencia a la erosión S275JR

**Accionamiento:**

Grupo motorreductor: WAM o similar

**4.6.2.- Tamiz a tambor rotativo para fosas sépticas**

Caudal de agua a tratar: 100 a 120 m<sup>3</sup>/h  
Tipo de agua residual: De fosas sépticas  
Sólidos en suspensión a la entrada: Hasta 40.000 mg/l  
Grasas: Hasta 2.000 mg/l  
Luz de paso: 10 mm perforado

Fabricante: SAVI - SAVECO  
Modelo: RTV 1200 x 2000 SEPTIC  
Número de equipos necesarios: 1  
Posición de montaje: En superficie  
Caudal máximo: 120 m<sup>3</sup>/h  
Luz de paso: 10 mm perforado  
Diámetro del cesto filtrante: 1.200 mm  
Longitud del cesto filtrante: 2.000 mm  
Ancho total: 1.600 mm  
Alto total: 2.300 mm  
Largo total: 3.400 mm  
Boca de carga: CON SINFIN DIRECTO DE TOLVA  
Salida de agua: DN 250 / PN 10  
Salida de rebose: DN 200 / PN 10  
Agua de limpieza: 175 l/min a 5 bar

**Materiales de construcción:**

Bastidor y soportes: Acero inoxidable 316 L  
Cesto filtrante: Acero inoxidable 316 L  
Hélice de transporte de sólidos: Acero inoxidable 316 L Tapas protección según norma CEE: Acero inoxidable 316 L Elementos de fijación: Acero inoxidable 316 L  
Tubería limpieza rejilla filtrante: Acero inoxidable 316 L

Tornillería: Acero inoxidable 316  
Corona y piñones: Nylon  
Bridas: Aluminio  
Boquillas: Acero inoxidable 316 L

**Accionamiento:**

Grupo motorreductor: NORD o similar  
Norma: Europea estándar IEC  
Potencia: 0.75 kW  
Tensión y frecuencia: 380-420 V 50 Hz  
Protección y aislamiento: Velocidad de salida: Ejecución:  
Electroválvula de lavado: IP 55 Clase F 7 rpm  
Eje hueco: 24 VCA

**4.6.3.- Lavador compactador de sólidos**

Caudal de sólidos a compactar: 6 m<sup>3</sup>/h  
Tipo de sólidos: Residuos de rejillas Observaciones:  
Fabricante: SAVI - SAVECO  
Modelo: VWP 3  
Cantidad: 1  
Caudal: 6 m<sup>3</sup>/h  
Reducción de volumen: > 65%  
Reducción de humedad: > 30%  
Diámetro de sinfín: 293 mm  
Tolva de carga: 600 x 800 mm  
Altura de carga: 1.000 mm  
Altura de descarga: 1.515 mm  
Longitud total: 3.494 mm  
Conexión de agua drenada: 3"  
Consumo de agua de lavado: 70 l/min a 5 bar  
Conexión de agua de lavado: ½"  
Electroválvula de lavado: 24 VCA / 0.11 kW

**Materiales de construcción:**

Tolva de entrada: Acero inoxidable AISI 316 L  
Tubo de transporte de sólidos: Acero inoxidable AISI 316 L  
Zona de transporte y drenaje: Acero inoxidable AISI 316 L



Sinfin de compactación: Acero de alta resistencia a la erosión S275JR  
Cuerpo y pie de apoyo: Acero inoxidable AISI 316 L  
Tornillería: Acero inoxidable 316

**Acabado:**

Decapado, pasivado y desengrasado en acero inoxidable Imprimación de protección en hélices de FE

**Accionamiento:**

Grupo motorreductor: NORD o similar  
Modelo: SK9032-1AF  
Norma: Europea estándar IEC  
Potencia: 5.5 kW  
Velocidad de salida: 1410 / 1690 rpm  
Tensión y frecuencia: 380-420 V 50 Hz  
Protección y aislamiento: IP 55 Clase F  
Ejecución: Eje hueco

**4.6.4.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización.

**4.7.- PARRILLAS DIFUSORES**

**4.7.1.- Parrillas Zona Facultativa del Reactor Biológico**

**Parrilla de PVC de 96 difusores 11"**

Marca: Sulzer o equivalente  
Modelo: PIK 300  
Servicio: Aireación Zona Facultativa del Reactor Biológico  
Geometría del reactor:  
Forma: Rectangular  
Dimensiones: 5.40 m x 11.90 m  
Altura de agua: 5,50 m  
Superficie: 64,26 m<sup>2</sup>  
Volumen 353,43 m<sup>3</sup>

Características de la parrilla:

Diámetro del colector bajante:	DN 100
Material del colector bajante:	PVC
Difusor:	
Modelo:	PIK 300
Tipo:	burbuja fina
Rango de caudales:	0,5- 10 m <sup>3</sup> /h (20° C, 1013 mbar)
Densidad de difusión:	2-24 %
Superficie:	0.060 m <sup>2</sup>
Diámetro exterior:	12"
Diámetro interior:	11"
Tamaño burbuja:	1-3 mm
Peso:	0.795 Kg
Temperatura máxima:	+100 °C
Máxima distancia entre centros:	1.200 mm
Mínima distancia entre centros:	450 mm
Altura de difusor sobre solera:	250 mm
Rango de SOTE:	5.5-8 %/ m profundidad
Pérdida de carga:	2-6 KPa
Materiales:	
Cierre:	Polipropileno
Anillo refuerzo:	POM
Membrana:	EPDM
Válvula antiretorno:	Polipropileno
Bola:	Acero inoxidable AISI 316
Anillo tórico:	Vitón
Cuerpo:	Polipropileno
Junta de cierre:	EPDM y Silicona
Pieza soporte:	Polipropileno
Soporte:	

La sujeción al suelo se realizar mediante soporte metálico en calidad AISI 316L formado por ase y doble abarcón unido por tornillos y doble cuerda.

La unión entre la base y el abarcón es regulable en altura.

**4.7.2.- Parrillas zona óxica 1 del reactor biológico**

**Parrilla de PVC de 242 difusores 11"**

Marca:	Sulzer o equivalente
Modelo:	PIK 300

Servicio: Aireación Reactor Biológico **ZONA 1**

**Geometría del reactor:**

Forma: Rectangular

Dimensiones: 10,00 m x 11.90 m

Altura de agua: 5,50 m

Superficie: 119,00 m<sup>2</sup>

Volumen 654, 50 m<sup>3</sup>

**Características de la parrilla:**

Diámetro del colector bajante: DN 125

Material del colector bajante: PVC

**Difusor:**

Modelo: PIK 300

Tipo: burbuja fina

Rango de caudales: 0,5- 10 m<sup>3</sup>/h (20° C, 1013 mbar)

Densidad de difusión: 2-24 %

Superficie: 0.060 m<sup>2</sup>

Diámetro exterior: 12"

Diámetro interior: 11"

Tamaño burbuja: 1-3 mm

Peso: 0.795 Kg

Temperatura máxima: +100 °C

Máxima distancia entre centros: 1.200 mm

Mínima distancia entre centros: 450 mm

Altura de difusor sobre solera: 250 mm

Rango de SOTE: 5.5-8 %/ m profundidad

Pérdida de carga: 2-6 KPa

Materiales:

Cierre: Polipropileno

Anillo refuerzo: POM

Membrana: EPDM

Válvula antiretorno: Polipropileno

Bola: Acero inoxidable AISI 316

Anillo tórico: Vitón

Cuerpo: Polipropileno

Junta de cierre: EPDM y Silicona

Pieza soporte: Polipropileno

SopORTE:

La sujeción al suelo se realizará mediante soporte metálico en calidad AISI 316L formado por ase y doble abarcón unido por tornillos y doble cuerda.

La unión entre la base y el abarcón es regulable en altura.

#### **4.7.3.- Parrillas zona óxica 2 del reactor biológico**

Parrilla de PVC de 188 difusores 11''

Marca: Sulzer o equivalente

Modelo: PIK 300

Servicio: Aereación Reactor Biológico ZONA 2

Geometría del reactor:

Forma: Rectangular

Dimensiones: 10,00 m x 11.90 m

Altura de agua: 5,50 m

Superficie: 119,00 m<sup>2</sup>

Volumen 654, 50 m<sup>3</sup>

Características de la parrilla:

Diámetro del colector bajante: DN 100

Material del colector bajante: PVC

Difusor:

Modelo: PIK 300

Tipo: burbuja fina

Rango de caudales: 0,5- 10 m<sup>3</sup>/h (20° C, 1013 mbar)

Densidad de difusión: 2-24 %

Superficie: 0.060 m<sup>2</sup>

Diámetro exterior: 12"

Diámetro interior: 11"

Tamaño burbuja: 1-3 mm

Peso: 0.795 Kg

Temperatura máxima: +100 °C

Máxima distancia entre centros: 1.200 mm

Mínima distancia entre centros: 450 mm

Altura de difusor sobre solera: 250 mm

Rango de SOTE: 5.5-8 %/ m profundidad

Pérdida de carga: 2-6 KPa

Materiales:

Cierre: Polipropileno

Anillo refuerzo: POM

Membrana: EPDM

Válvula antiretorno:	Polipropileno
Bola:	Acero inoxidable AISI 316
Anillo tórico:	Vitón
Cuerpo:	Polipropileno
Junta de cierre:	EPDM y Silicona
Pieza soporte:	Polipropileno
Soporte:	

La sujeción al suelo se realizar mediante soporte metálico en calidad AISI 316L formado por ase y doble abarcón unido por tornillos y doble cuerda.

La unión entre la base y el abarcón es regulable en altura.

#### **4.7.4.- Parrillas zona óxica 2 del reactor biológico**

Parrilla de PVC de 108 difusores 11”

Marca: Sulzer o equivalente

Modelo: PIK 300

Servicio: Aereación Reactor Biológico ZONA 3

Geometría del reactor:

Forma: Rectangular

Dimensiones: 5.40 m x 11.90 m

Altura de agua: 5,50 m

Superficie: 64.26 m<sup>2</sup>

Volumen 353.43 m<sup>3</sup>

Características de la parrilla:

Diámetro del colector bajante: DN 100

Material del colector bajante: PVC

Difusor:

Modelo: PIK 300

Tipo: burbuja fina

Rango de caudales: 0,5- 10 m<sup>3</sup>/h (20° C, 1013 mbar)

Densidad de difusión: 2-24 %

Superficie: 0.060 m<sup>2</sup>

Diámetro exterior: 12"

Diámetro interior: 11"

Tamaño burbuja: 1-3 mm

Peso: 0.795 Kg

Temperatura máxima: +100 °C

Máxima distancia entre centros: 1.200 mm

Mínima distancia entre centros: 450 mm

Altura de difusor sobre solera:	250 mm
Rango de SOTE:	5.5-8 %/ m profundidad
Pérdida de carga:	2-6 KPa
Materiales:	
Cierre:	Polipropileno
Anillo refuerzo:	POM
Membrana:	EPDM
Válvula antiretorno:	Polipropileno
Bola:	Acero inoxidable AISI 316
Anillo tórico:	Vitón
Cuerpo:	Polipropileno
Junta de cierre:	EPDM y Silicona
Pieza soporte:	Polipropileno

Soporte:

La sujeción al suelo se realizar mediante soporte metálico en calidad AISI 316L formado por ase y doble abarcón unido por tornillos y doble cuerda.

La unión entre la base y el abarcón es regulable en altura.

#### **4.7.5.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.8.- SOPLANTES**

##### **4.8.1.- Soplante de levitación magnética Q 4.962 Nm<sup>3</sup>/h 103 kW**

Caudal nominal unitario	4962 Nm <sup>3</sup> /h
Incremento de presión	66 kPa
Servicio	Red de aire del reactor biológico
Altitud de la planta	108 m.s.n.m
Tª de aspiración	30 °C
Humedad relativa	70 %
Presión de entrada	100,034 kPa
Presión de descarga	166,034 kPa

Valores de diseño para caudales nominal / máximo / mínimo

Potencia en eje Q nominal (kW) 103,4 kW

Potencia red Q nominal (kW) 114 kW

Tª aire salida Q nominal (°C)	85,5 °C
Q aire equipo máx/mín (Nm3/h)	5381 / 2711 Nm3/h
Potencia en eje Q máx/mín (kW)	113,3 / 61,5 kW
Potencia red Q max/mín (kW)	125 / 69,5 kW
Tª aire salida Q máx/mín (°C)	86,1 / 90,4 °C

### **Características técnicas**

Q de aire (Nm3/h)	2000 - 6500
Rango de presión (kPa)	30 - 90
Pot. en red (kW)	125
Intensidad máx (A)	198
Tensión (V)	400
Frecuencia (Hz)	50 - 60
Ruido máx (dB)	70
Clase de Protección	IP 33 D IP 54 con FAC
Protección térmica	2 x PT 100
Peso (kg)	1260
Dimensiones (mm)	1255X2153X1976
Ø admisión (DN)	400
Ø colector (DN)	300
Posición del eje	Vertical
Pot. aux.	1
Voltaje aux.	400
Intensidad aux.	10

### **Materiales**

Base:	Dx51D, DC01
Válvula de seguridad:	Voluta: AlSi10Mg, AlSi7Mg
Ventilador del motor:	AlZn5.5MgCu
Eje:	6Cr16
Cabina:	Acero laminado pintado Carcasa: AlMg0.7Si

### **Incluso**

1 ud Válvula antirretorno. Siempre es necesario para evitar retornos desde la tubería. Se instalará después del difusor entre las bridas.

1 ud Outlet Flexible Joint, Rubber, DN 300

1 ud Caja de transporte de los accesorios del compresor por carretera

1 ud mano de obra puesta en marcha por personal técnico especializado de sulzer

1 ud Embalaje Standard para envío aéreo o por carretera.

#### **4.8.1.- Soplante de canal lateral Q 210 Nm<sup>3</sup>/h 3Kw**

Marca:	MPR o similar
Modelo:	CL 34/1 G
Servicio:	Alimentación a Motogeneración
Tipo:	De canal lateral
Fluido:	Gas de digestión a 35 °C
Caudal:	210 Nm <sup>3</sup> /h
Presión diferencial:	50 mbar

#### **Accionamiento:**

Motor eléctrico:

Potencia:	3 kW
Velocidad:	2900 r.p.m.
Protección:	ATEX EE xd IIb T3
Aislamiento:	Clase F.
Protección:	IP-67.

#### **Material:**

Cuerpo:	Aleación de aluminio anti chispa
Émbolos:	Aleación de aluminio anti chispa

#### **Accesorios:**

Filtro de aspiración

By pass

Set de juntas de expansión

Termostato ATEXII 2 G/D EEXD IIC T6 IP65

#### **4.8.1.- Soplante de canal lateral Q 75 Nm<sup>3</sup>/h 3Kw**

Marca:	MPR o equivalente
Tipo:	CL 15/01 G
Caudal:	75 m <sup>3</sup> /h.
Presión:	600 mm.c.a.
Temperatura aspiración:	35 °C
Temperatura impulsión:	60 °C



Velocidad soplante y motor: 2900 r.p.m.  
Potencia motor: 1,5 kW.  
Nivel de ruido: 76 dB/A a 1 metro.

El grupo completo incluye:

Soplante

Motor 400 V, IP-55, asilamiento \_Clase F, calentamiento clase B según la Directiva ATEX, protección EEx-d IIBT3.

Filtro de aspiración para gas DN 50, cuerpo y tapa en aluminio, elemento filtrante en poliéster.

By-pass en acero inoxidable, versión compacta bridas DN 50 entre impulsión y aspiración con válvula de seguridad en latón y resorte en Acero inox.

Soportes elásticos.

Manguitos elásticos en aspiración e impulsión.

#### **4.8.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.9.- FILTROS TRATAMIENTO TERCIARIO**

##### **Datos de diseño unitario:**

Caudal por máquina a Qmedio: 250 m<sup>3</sup>/h  
Caudal por máquina a Qpunta 500 m<sup>3</sup>/h  
N. de equipos propuesto: 1 ud  
Nº de Discos instalados: 11 ud  
Tamaño de filtración 10 micras  
S. S. entrada: 35 mg/l  
S. S. salida: 10 mg/l

##### **Dimensionado:**

Filtro DynaDisc modelo: CDC2415/11-BBB  
Numero de filtros: 1 unidad  
Área efectiva por filtro: 61,3 m<sup>2</sup>  
Área efectiva total: 73,3 m<sup>2</sup>  
Tela filtrante: poliester (PE), 10 micras

Sistema completo incluyendo:

- Armario de Control IP 55
- Sistema de lavado de telas mediante bomba Grundfos y filtro de partículas Amiad.
- Sensores de nivel.
- Tanque de nivel en PRFV.
- Multitapas superiores manuales en PRFV.
- Canal de entrada a DynaDisc de 1450 mm de longitud. Fabricado en acero inoxidable EN 1.4404 = AISI 316L.
- Vertedero de salida. 1 módulo de 6 elementos

### **Canal de entrada**

Canal de entrada a DynaDisc tipo CD 2411 de 1450 mm longitud, con las dimensiones de acuerdo al plano de dimensiones adjunto a esta oferta y las especificaciones técnicas. Fabricado en acero inoxidable EN 1.4404 = AISI 316L

### **Armario de control para un filtro**

Armario de control para un filtro, con protección IP55, incluye dos variadores de frecuencia para el ajuste de la presión de lavado y de la velocidad del rotor de los discos para cada una de las máquinas.

Incluye pantalla táctil de diálogo y la posibilidad OPCIONAL de comunicación con red externa mediante ETHERNET, y control de potencia y maniobra de la compuerta mural a colocar en cada canal.

Se prevé la utilización de envolvente, variadores, autómatas, pantalla táctil y aparellaje según los estándares del fabricante.

El cuadro eléctrico está diseñado para instalación interior, para instalación exterior el cliente debe instalar visera o protecciones adicionales.

Asistencia al montaje y la puesta en marcha

Incluye la asistencia por parte de un técnico especializado de El fabricante para la asistencia durante la descarga y colocación y para la puesta en marcha en visitas independientes.

Suministro de conjunto estándar de Piezas de recambio para 1 equipo

DynaDisc CDC2411/15-BBB y para 2 años de operación. Según lista de artículos incluidos en la especificación técnica

#### **4.9.1.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### 4.10.- CANALES ULTRAVIOLETA

##### Sistema de desinfección por UV en canal abierto

MARCA TROJAN, modelo UV 3000 PLUS o equivalente

##### Crterios de diseo

Caudal punta de diseo:	1.000 m <sup>3</sup> /h
Total SS	< 10 mg/l
Transmitancia UV(254 nm),	> 55% mínimo
Desinfección por 100 ml	1.000 Total Coliform por 100 mL
Dosis de diseo	18 mJ/cm <sup>2</sup> , validado por bioensayo
Factores de validación presión)	0.98 factor fin de vida de lámpara (Lámparas de amalgama, baja presión)
ActiClean™)	0.95 factor de ensuciamiento (Sistema de limpieza mecánica/química)

##### Descripción del equipo

N� de canales	2
Bancadas por canal	2
Módulos por bancada,	4
Lámparas por módulo,	8
Lámparas totales,	64
Dimensiones del canal	L 4,32m, A 40,64 cm, H máx 157,48 cm

##### Canal (Según plano de detalle.)

Número de canales:	1
Longitud del canal:	4.32 m
Anchura del canal:	81.28 cm
Profundidad recomendada UV:	157.48 cm

##### Módulos UV

Número total de bancadas:	2
Número de módulos por bancada:	4
Número de lámparas por módulo:	8
Número total de lámparas UV:	64
Potencia de lámparas/Potencia Germicida	250 W / 125 W
Demanda máxima de potencia:	16 kW

##### Paneles UV

Cantidad Centros Distribución Potencia:	2
Cantidad Centros Control del Sistema:	1
Tipo Controlador	1

##### Equipo diverso

Cantidad de controladores de nivel:	1
Tipo de controlador de nivel:	1 Vertedero fijo / ALC
Limpieza mecánica/química automática:	Trojan ActiClean™
Sistema elevación de los módulos UV:	Grúa Davit
Monitor UVT en línea	Sensor Hach UVAS sc
Kit de seguridad:	

#### **4.10.1.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

### **4.11.- EQUIPO DE FILTRACIÓN ULTRAVIOLETA EN TUBERÍA**

#### **4.11.1.- Características**

Fabricante: Teqma o equivalente

Modelo: BLE4.250 L5 Ec

DN 100

Equipado con cuatro lámparas de baja presión y alta intensidad de mercurio (LPHO) de 250W Eco-Light.

El equipo incluye cámara de radiación con geometría en “L” fabricada en acero inoxidable AISI316L, PN10 con dimensiones 342,5mm x 1663mm x 285mm (alto x largo x ancho), lámparas y protectores de cuarzo, sensor de radiación UVc externo Us1, mecanismo de limpieza automático de los protectores de cuarzo con motor-reductor eléctrico, husillo, sensor posicionador cuentavueltas y un único plato de apoyo de los anillos de limpieza además de cuadro eléctrico de potencia y maniobra con controlador Lambda 5 con display de 4 líneas.

Incluye sensor de temperatura del agua en la cámara de radiación con display en cuadro eléctrico. El controlador Lambda 5 ofrece regulación automática del nivel de potencia de las lámparas punto a punto del 50% al 100% y permite la entrada analógica de caudalímetro.

Opcional: comunicaciones modbus (RTU O IP) a decidir en el momento del pedido. Alimentación eléctrica 1L+N 230VAC 50Hz, 1,1kW.

#### **4.11.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

### **4.12.- ESPESADOR ROTATIVO DE FANGOS**

**Espesador rotativo de fangos biológicos**

Modelo: ALDRUM G3 MAXI

Caudal Máximo de Fangos:	26 m <sup>3</sup> / h
Carga Másica Máxima:	350 Kg m.s./h
Servicio:	Espesamiento de fangos en exceso
Concentración mínima salida:	4 % m.s.

#### **Datos técnicos**

Potencia instalada (kW)	0,75
Velocidad giro (rpm)	8,5-13
Tamaño poro de la tela (mm)	0,6/1,0
Rec. aire para ventilación (/h)	12
Tiempos de lavado (s)	4 – 30
Tiempos de pausa (s)	16 – 180
Presión mín. de lavado (bar)	4

#### **Materiales**

Tapa	GRP
Bastidor (AISI)	316
Tambor (AISI)	316
Base (AISI)	316
Rodamientos	HDPE
Bridas (Polypropylene)	Symalit
Boquillas (trat. con NiCr)	Bronce
Tela filtrante	Poliester

#### **Moto Reductor**

Proveedor	Nord
Relación	1:105
Color	RAL 5002
Voltaje (V)/ Frecuencia	3x400/230 //50 Hz
Protección térmica (Klixon)	3x155°C
Protección clase	IP 55

#### **Válvula solenoide**

Proveedor	Joucomatic
Kv (m <sup>3</sup> /h)	2,4-9,9
Voltaje (v)	24 DC
Protección clase	IP 65

#### **Boquillas pulverizadoras**

Tamaño	TK3
Clamp (para tubería de ½")	NYB2/NYB3
Boquillas pulverizadoras (no.)	30

**Consumo de agua potable (TK2/TK3)**

Continuo (m <sup>3</sup> /h)	3,7
Típico (m <sup>3</sup> /h)	0,2 - 2,1

**Conexiones**

Alimentación, 8 taladros (PN 16)	DN 100
Descarga de fango esp. (mm)	250x600

**Consumo de agua reciclada (solo TK3)**

Continuo (m <sup>3</sup> /h)	4,8
Típico (m <sup>3</sup> /h)	0,3 – 2,7

**Conexiones**

Descarga de filtrado, 8 tal.s (PN 16)	DN 150
Agua de lavado (Hembra)	R 1/1”
Ventilacion (mm, diam. nozzle)	80

Incluso:

**Cuadro eléctrico básico** para el control y regulación de todos los elementos incluidos

- Variador de frecuencia para el motor principal.
- Indicadores luminosos de los diferentes estados.
- Temporizadores para el sistema de lavado.
- Pulsadores de arranque / paro, y rearme.
- Protección IP65
- Pantalla táctil
- Válvula mezcladora

**Válvula mezcladora** para la optimización de la mezcla del floculante con el fango

**4.12.1.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

**4.13.- CENTRIFUGAS**

**4.13.1.- Centrifuga Predeshidratación 25 m<sup>3</sup>/h - 882 kg DS/h**

Marca:	ANDRITZ
Modelo:	Decantadora D4L
Caudal unitario de entrada	25 m <sup>3</sup> /h
Carga de fango:	882 kg/h
Consumo de floculante (emulsión)	6 kg por ton MS para sequedad 16%

Consumo de floculante (emulsión) 7,5 kg por ton MS para sequedad 22%  
Concentración de sólidos en la alimentación 37,6 g/l

Tamaño de la decantadora (L x An x Al) 3520 x 1100 x 1480 mm  
Peso (vacía con sistema de accionamiento) 2616kg  
Entrada de producto DN50 PN10/PN16, EN 1092-1  
Salida de sólidos 492 x 316 mm ext.  
Salida del centrifugado Desgasificador:  
líquido : DN125  
aire : DN200

### **Material de construcción**

Bol Lean Duplex - 1.4362 o equivalente  
Tornillo SS316/316L o equivalente  
Otras piezas en contacto con el producto SS316/316L o equivalente  
Tornillería en contacto con el producto A4 o equivalente  
Bastidor Acero al carbono pintado  
Cubierta Cubierta del bol: Fibra de vidrio Cubierta del motor : Fibra de vidrio  
Pintura para piezas en acero o hierro fundido Pintura de protección estándar ANDRITZ STRC3  
Motores pintados de acuerdo al procedimiento estándar del proveedor.

Cabezal de alimentación de 3 vías (colector) AISI 316, con válvulas antirretorno (PVC) y conexiones flexibles.

### **4.13.2.- Centrifuga Postdeshidratación 25 m<sup>3</sup>/h - 1 467 kg DS/h**

Marca: ANDRITZ  
Modelo: Decantadora D5LX  
Caudal unitario de entrada 25 m<sup>3</sup>/h  
Carga de fango: 1467 kg/h  
Consumo de floculante (emulsión) 6 kg por ton MS  
Concentración de sólidos en la alimentación 35 g/l  
Sequedad del fango de salida: 22%.

Tamaño de la decantadora (L x An x Al) 4105 x 1228 x 1667 mm  
Peso (vacía con sistema de accionamiento) 4792kg  
Entrada de producto DN50 PN10/PN16, EN 1092-1  
Salida de sólidos Brida : 680 x 368 mm ext. / 608 x 296 mm int.  
Salida del centrifugado Brida : 484 x 238 mm ext. / 402 x 156 mm int.

### **Material de construcción**

Bol	Lean Duplex - 1.4362 o equivalente
Tornillo	SS316/316L o equivalente
Otras piezas en contacto con el producto	SS316/316L o equivalente
Tornillería en contacto con el producto	A4 o equivalente
Bastidor	Acero al carbono pintado
Cubierta	Cubierta del bol: Fibra de vidrio Cubierta del motor : Fibra de vidrio
Pintura para piezas en acero o hierro fundido	Pintura de protección estándar ANDRITZ STRC3
	Motores pintados de acuerdo al procedimiento estándar del proveedor.

Cabezal de alimentación de 3 vías (colector) AISI 316, con válvulas antirretorno (PVC) y conexiones flexibles.

#### **4.13.3.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.14.- DEPOSITOS REACTIVOS**

##### **4.14.1.- Depósitos vertical de doble pared fabricado en P.R.F.V de 7 m<sup>3</sup>**

Tipo:	Vertical de superficie.
Pared:	Doble pared. Con tejido tridimensional de 6mm.
Fondos:	Fondos inferior plano y superior ovalado.
Diámetro interior:	2.000 mm
Largo cilindro:	2.300 mm
Largo total:	2.700 mm
Capacidad Total:	7 m <sup>3</sup>
Producto a almacenar:	<b>Hipoclorito sódico.</b>
Concentración:	Comercial.
Densidad:	1,3 kg/m <sup>3</sup>
<u>Condiciones de operación:</u>	
Tª operación:	Ambiente.
Tª máxima operación:	50°C
Presión de trabajo:	Atmosférica.
<u>Estratificado:</u>	
Barrera química:	Resina Derakane 411.
Refuerzo mecánico:	Resina Derakane 411.



Tejido tridimensional: Resina Derakane 411.  
 Acabado exterior: Color a elegir por el cliente. Oscuros y metalizados no incluidos.

Tubuladuras:

<u>UDS</u>	<u>DN</u>	<u>NORMA</u>	<u>POSICIÓN</u>	<u>SERVICIO</u>
3	DN50	DIN2501	Superior	Carga, vaciado y rebose.
1	DN25	DIN2501	Superior	Aspiración extraíble. Con tubo buzo y válvula de retención. Brida, tubo y válvula en PVC.
1	DN25	DIN2501	Lateral inferior	Instalación detector de fugas.
1	DN500 S/fabricante		Superior	Boca hombre. Con tapa, junta y tornillería.

Accesorios:

<u>UDS</u>	<u>POSICIÓN</u>	<u>SERVICIO</u>
1	Superior	Venteo doble codo en PVC Ø100.
1	--	Detector de fugas.
1	--	Nivel visual de poleas.
1	--	Detector de nivel máximo. Instalados en el tubo transparente del nivel visual.
4	Lateral inferior	Anclaje en acero al carbono.
2	Lateral superior	Oreja elevación en acero al carbono.
1	Lateral	Placa de características en Inox 304 (A2). Soporte en PRFV. Tornillería en Inox 304 (A2). Juntas en EPDM.

Diseño de los depósitos en base a la norma UNE EN 13121

Las bridas en PRFV son según la norma DIN2501

**4.14.2.- Depósitos vertical de doble pared fabricado en P.R.F.V de 5 m<sup>3</sup>**

Tipo: Vertical de superficie.  
 Pared: Doble pared. Con tejido tridimensional de 6mm.  
 Fondos: Fondos inferior plano y superior ovalado.  
 Diámetro interior: 1.200 mm  
 Largo cilindro: 1.400 mm  
 Largo total: 1.600 mm  
 Capacidad Total: 1,5 m<sup>3</sup>  
 Producto a almacenar: **Cloruro férrico.**  
 Concentración: Comercial 40%.l.  
 Densidad: 1,5 kg/m<sup>3</sup>

Condiciones de operación:

Tª operación: Ambiente.  
 Tª máxima operación: 50°C

Presión de trabajo:	Atmosférica.
<u>Estratificado:</u>	
Barrera química:	Resina Derakane 411.
Refuerzo mecánico:	Resina Derakane 411.
Tejido tridimensional:	Resina Derakane 411.
Acabado exterior:	Color a elegir por el cliente. Oscuros y metalizados no incluidos.

Tubuladuras:

<u>UDS</u>	<u>DN</u>	<u>NORMA</u>	<u>POSICIÓN</u>	<u>SERVICIO</u>
3	DN50	DIN2501	Superior	Carga, vaciado y rebose.
1	DN25	DIN2501	Superior	Aspiración extraíble. Con tubo buzo y válvula de retención. Brida, tubo y válvula en PVC.
1	DN25	DIN2501	Lateral inferior	Instalación detector de fugas.
1	DN500 S/fabricante		Superior	Boca hombre. Con tapa, junta y tornillería.

Accesorios:

<u>UDS</u>	<u>POSICIÓN</u>	<u>SERVICIO</u>
1	Superior	Venteo doble codo en PVC Ø100.
1	--	Detector de fugas.
1	--	Nivel visual de poleas.
1	--	Detector de nivel máximo. Instalados en el tubo transparente del nivel visual.
3	Lateral inferior	Anclaje en acero al carbono.
2	Lateral superior	Oreja elevación en acero al carbono.
1	Lateral	Placa de características en Inox 304 (A2). Soporte en PRFV. Tornillería en Inox 304 (A2). Juntas en EPDM.

Diseño de los depósitos en base a la norma UNE EN 13121

Las bridas en PRFV son según la norma DIN2501

#### **4.14.3.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.15.- DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS**

##### **4.15.1.- Equipo de preparación y dosificación de poli. 550 l/h**

Caudal polielectrolito diluido: 550 l/h

Rango de concentración: 0,05 a 0,6% para polvo - 0,05 al 1% para líquido.

Tipo de polielectrolito: En polvo o en Emulsión

Modelo: POLITOP 4.0 AD 5

**Depósito de preparación:**

Volumen total: 600 litros

Numero de compartimentos: 2

Dimensiones: 990 x 990 x 1010 mm

Conexión de aspiración: 1 ½" Gas H

Conexiones de vaciado: 1" Gas H Válvulas de vaciado incluidas: 2 x PVC DN 32 Conexión de rebose: 1 ½" Gas H

Material del depósito: PPH ELECTROAGITADORES:

Cantidad: 2

Velocidad de giro: 186 rpm

Motor: 0,37 kW - 1.420 rpm - 230/400 V - 50 Hz - III - IP 55

Hélices: Tipo turbina de 4 palas de alto rendimiento

Material: Eje y hélices en acero inoxidable 316

**Sonda de nivel ultrasónica analógica 4-20 ma para control de:**

Nivel bajo (Arranque del sistema)

Nivel alto (Paro del sistema)

Nivel muy bajo (Alarma protección de bombas)

Nivel muy alto (Alarma por rebose)

**Dosificador volumétrico para polvo:**

Tipo: DS 60/26/26/5 I=80

Capacidad nominal de la tolva: 60 lts.

Producto a dosificar: Polielectrolito en polvo densidad aparente 750 kg/m<sup>3</sup> aprox.

Caudal teórico máximo: 11,00 kg/h

Rango de concentración: Entre el 0,05 y el 0,60 %

Regulación de la dosificación: Automática una vez seleccionada la concentración deseada en la pantalla táctil del cuadro eléctrico.

Motor: 0,12 kW -1.350 rpm - 230/400 V - 50 Hz - III - IP 55

Accionamiento: Motor reductor asociado al caudal de agua de entrada que adapta automáticamente la necesidad de producto a la consigna de concentración fijada por el usuario

Material tolva: PPH

Material tornillo: Acero inoxidable

Tapa articulada y rejilla de protección: según normativa CE.

Visor de caída del polvo: Incluido, transparente de fácil desmontaje

Resistencia eléctrica: Fabricada en acero inoxidable y montada en tubo de salida de polvo, tensión de alimentación 24 Vcc para mayor seguridad.

**Dosificador para líquido:**

Tipo: Bomba a pistón

Cantidad: 1

Caudal teórico min y máx.: 3 - 35 l/h base agua

Presión máxima: 20 bar

Cadencia: 58 Imp/min

Rango de concentración: Entre el 0,05 y el 1%

Regulación de la dosificación: Automática una vez seleccionada la concentración deseada en la pantalla táctil del cuadro eléctrico.

Motor: 0,25 kW -1.350 rpm - 230/400 V - 50 Hz - III - IP 55

Accionamiento: Mediante variador manual asociado a emisor de impulsos de entrada de agua.

Asientos: AISI 316

Pistón: AISI 316

Cuerpo: AISI 316

Juntas: Vitón

Conexiones: 3/8"

Accesorios de montaje: Incluidos

**Cuadro eléctrico de protección y mando, según normativa “ce” con pantalla táctil a color de 4 3”:**

Tensión alimentación: 400 V - III + N + T - 50 Hz

Protección armario: IP 65

Material: Poliéster reforzado

Funcionamiento: Automático-Manual

Seguridades Seccionador general externo y seta de emergencia con bloqueo

Protección de motores: Incluida mediante magneto térmico

Mando a distancia: Preparado para marcha - paro remoto

Alarma visual y sonora: Incluida

Visualización en pantalla táctil: Caudal instantáneo, Caudal de consigna, Concentración, Pantalla de alarmas, Sinóptico con dibujo de cada elemento y su estado, Mando automático y manual de cada elemento.

Contactos libres de potencial: Señal de fallo de agitación

Señal de fallo de dosificación

Señal de fallo de niveles muy bajo / muy alto Señal de fallo de alimentación de agua - presión Señal de selección de marcha en automático

Cableado: Incluido desde el cuadro a todos los elementos del equipo

**CALIDAD Y DOCUMENTACIÓN:**

Certificado CE - Pegatinas de seguridad

Manual de instalación, mantenimiento y repuestos

**4.15.2.- Equipo de preparación y dosificación de poli. 3.000 l/h**

Caudal polielectrolito diluido: 3000 l/h

Rango de concentración: 0,05 a 0,6% para polvo - 0,05 al 1% para líquido.

Modelo: POLITOP 4.0 AD 30

Tipo de polielectrolito: En polvo o en Emulsión

Depósito de preparación:

Volumen total: 3.210 litros

Numero de compartimentos: 3

**Dosificador volumétrico para polvo:**

Tipo: DS 60/26/26/5 I=40

Capacidad nominal de la tolva: 60 lts.

Producto a dosificar: Polielectrolito en polvo densidad aparente 750 kg/m<sup>3</sup> aprox.

Caudal teórico máximo: 23,00 kg/h

Rango de concentración: Entre el 0,05 y el 0,60 %

Regulación de la dosificación: Automática una vez seleccionada la concentración deseada en la pantalla táctil del cuadro eléctrico.

**Dosificador para líquido:**

Tipo: Bomba a pistón

Cantidad: 1

Caudal teórico min y máx.: 8 - 85 l/h base agua

Presión máxima: 10 bar

Cadencia: 58 Imp/min

Rango de concentración: Entre el 0,05 y el 1%

Regulación de la dosificación: Automática una vez seleccionada la concentración deseada en la pantalla táctil del cuadro eléctrico.

Motor: 0,25 kW -1.350 rpm - 230/400 V - 50 Hz - III - IP 55

Accionamiento: Mediante variador manual asociado a emisor de impulsos de entrada de agua.

Incluso, cuadro eléctrico de protección y mando con pantalla táctil a color de 4 ,3”

**4.15.3.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

## 4.16.- HIDROLISIS TERMICA

### 4.16.1.- DESCRIPCION DEL PROCESO

La hidrólisis térmica es un proceso que consiste en etapas de calentamiento y enfriamiento del lodo a través del control de la temperatura y presión. Las etapas principales son las siguientes:

- • Precalentamiento del lodo;
- • Hidrólisis térmica;
- • Caída de presión y explosión súbita (“flash”).

La hidrólisis térmica que se plantea opera de forma secuencial, por cargas, con los distintos reactores de hidrólisis (en inglés: SBHR) y consiste en lo siguiente:

- Calentamiento y presurización;
- Tiempo de retención en reactores específicos para la hidrólisis de al menos 20 minutos a una temperatura de 150 – 165°C;
- Caída de presión súbita de al menos 5,0 bares y una reducción de la temperatura.

Los reactores deben estar sellados cuando se opera por cargas para asegurar que todo el lodo haya estado sometido a las mismas condiciones de operación durante al menos 20 minutos.

El proceso de hidrólisis térmica deberá alcanzar los siguientes objetivos:

- Reducir la viscosidad del lodo, permitiendo el aumento de la carga en digestión;
- Alcanzar una higienización completa del lodo tratado;
- Aumentar la conversión de la materia orgánica a biogás;
- Mejorar la deshidratación del lodo después de la digestión;
- Producir un biosólido estable, con niveles bajos de olores y una alta sequedad.

Las 3 etapas del proceso de hidrólisis térmica están descritas abajo.

#### • PRE-CALENTAMIENTO USANDO LA RECUPERACION DE CALOR DEL PROCESO

El precalentamiento se realiza en un primer depósito, mediante inyección de vapor recirculado de los otros depósitos del sistema. Este depósito ofrece una capacidad de almacenamiento suficiente para la recuperación de energía de los otros depósitos. El lodo es homogenizado mediante una recirculación.

#### • HIDROLISIS EN LOS REACTORES

El lodo precalentado es bombeado de forma secuencial a cada uno de los reactores por medio de una bomba de alimentación. El vapor se inyecta en el reactor para calentar el lodo hasta alcanzar la temperatura de la hidrólisis, típicamente 150-165°C, y 6 barg de presión.

#### • EXPLOSION SUBITA – “STEAM EXPLOSION”

Después de la hidrólisis térmica en los reactores, el lodo es transferido al depósito final, donde se produce la explosión súbita. El depósito donde tiene lugar de explosión súbita opera cerca de la presión atmosférica, y la rápida caída de presión provoca una expansión súbita con liberación de vapor. El vapor liberado en la “steam explosion” es recuperado y enviado al primer depósito para el precalentamiento del nuevo lodo entrante.

Durante el proceso de hidrólisis y la explosión de vapor, las células y formaciones de células son desintegradas y solubilizadas lo que las hace más accesibles para la digestión. Esto resulta en una mejor conversión de los sólidos volátiles y una mejor estabilización, especialmente para el lodo biológico. Los sólidos orgánicos disueltos son más fácilmente digeridos que los sólidos en suspensión (paredes celulares, etc.). La solubilización de partículas orgánicas celulares aumenta con el grado de hidrólisis. La explosión súbita asegura la desintegración celular.

Antes de entrar a la digestión, el lodo hidrolizado es enfriado para mantener una temperatura de digestión de 38 a 42°C bajo todas las condiciones de operación teniendo en cuenta las condiciones de diseño especificadas.

#### **4.16.2.- REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA DE HIDROLISIS TERMICA**

1. Operación secuencial por cargas (en inglés: “Sequential Batch Hydrolysis Reactor”)
2. El proceso de hidrólisis térmica deberá usar un tratamiento térmico del lodo con inyección directa de vapor, ser capaz de recibir entre el 14% MS - 18% MS (para alcanzar el punto óptimo entre consumo de vapor y polielectrolito), y alcanzar una temperatura del lodo entre 150 y 165°C durante al menos 20 minutos en una operación secuencial por cargas “batch”.
3. La inyección de vapor directa deberá ser realizada con un sistema de lanzas de vapor testado.
4. El proceso de hidrólisis térmica deberá ser realizado en reactores específicos para ello mediante cargas o de forma secuencial, lo que significa sin alimentación ni salida durante la hidrólisis térmica con un tiempo de retención de al menos 20 minutos, para garantizar la completa higienización del lodo.
5. La instalación de hidrólisis térmica deberá incluir un proceso de explosión súbita mediante una rápida caída de presión de al menos 5,0 bares, además del tratamiento térmico.
6. El lodo deberá ser continuamente alimentado al proceso de hidrólisis térmica y continuamente alimentado desde la hidrólisis térmica al sistema de digestión anaerobia mesófila.
7. Para el mantenimiento del sistema, deberá ser posible aislar cada uno de los reactores de hidrólisis térmica sin parar el resto de los reactores.
8. Los gases de proceso generados en la hidrólisis térmica deberán ser extraídos y presurizados, al menos a 2 bares, con un sistema probado anteriormente. Los venteos a la atmosfera no se contemplan durante condiciones normales de operación. El gas de proceso debe ser inyectado en la tubería de alimentación de los digestores.
9. Los depósitos y tuberías del proceso de hidrólisis deben ser diseñados para compuestos de azufre. El condensado debe ser eliminado y recirculado al proceso de hidrólisis térmica. Los gases no condensables deberán ser inyectados en la línea de alimentación a digestores.
10. Válvulas de seguridad en contacto con el lodo deberán ser equipadas con discos de ruptura. Las válvulas de seguridad serán configuradas para que alivien de forma segura.
11. Redundancia de bombas. Todos los equipos rotativos sujetos a una operación continua o secuencial on/off en un pretratamiento a la digestión deberán ser equipados con una unidad de reserva. Para todas las bombas del proceso principal, se deberán equipar con una redundancia total. Las bombas de reserva deberán ser instaladas y no estar en el taller.
12. No serán permitidos otros equipos rotativos a excepción de las bombas en el proceso de hidrólisis térmica para reducir el mantenimiento y los consumos eléctricos.
13. Equipos de acceso a la instalación, incluyendo plataformas, escaleras deberán ser incluidas para proporcionar un acceso conveniente que garantice un correcto mantenimiento y acceso a la instrumentación.
14. Un sistema de instrumentación y control deberá ser incluido para un correcto control.



15. El sistema de hidrólisis térmica deberá estar equipado con componentes probados anteriormente (ejemplos: bombas, válvulas e instrumentos) y con soluciones de proceso, todas ellas con referencias de plantas de hidrólisis térmica con capacidad similar y aplicación.

16. El pretratamiento de la digestión deberá producir un lodo higienizado.

17. El proceso de hidrólisis térmica no deberá incluir ningún intercambiador de calor para el calentamiento de los lodos.

### **Características**

**Tipo de hidrólisis:** secuencial (batch) con sistema de recuperación de calor.

**Tiempo de retención en reactores:** 20 - 30 minutos.

El modelo B2-3 compuesto por 3 reactores, un Pulper y un flash Tank.

#### **4.16.3.- THP B2-3:**



Tipo de hidrólisis: secuencial (batch) con sistema de recuperación de calor.

Tiempo de retención en reactores: 20 - 30 minutos.

Capacidad de diseño: 3.900-5.900 TMS/año.

Concentración de entrada a la hidrólisis: 16.5% MS.

Espacio requerido: largo 12m, ancho 2.5m, altura 4m.

Material: Acero inoxidable 316 L

Peso en seco/en operación: 17.000 kg/27.000 kg

Sistema de hidrólisis compuesto por:

- 1 ud THP B2-3:
  - 1 ud Pulper de 4m<sup>3</sup>
  - 3 uds Reactores de 2 m<sup>3</sup> cada uno
  - 1 ud Flash tank de 4 m<sup>3</sup>

- 2 uds bombas de recirculación al Pulper/alimentación a reactores. Tipo: desplazamiento positivo.
- 2 uds bombas de alimentación a digestores. Tipo: desplazamiento positivo.

Incluye:

- 1 ud compresor de aire para instrumentación
- Tubería de interconexión en el módulo de hidrólisis térmica
- Aislamiento térmico
- Sistema de control:
  - Allen Bradley PLC Control/Compact Logix series
  - Local HMI, Rockwell Factory Talk View SE
  - 4-20 mA señales analógicas
  - 24 VDC interruptores/solenoides e instrumentación

#### **4.16.4.- Process Gas Unit (PGU):**

1 unidad de unidad de procesado de gas (PGU)



- Unidad de enfriamiento/compresión de los gases de proceso de la hidrólisis para ser inyectados en la parte baja de los digestores y mejorar la calidad del biogás.
- Peso del PGU: 3.350 kg en operación.
- Espacio requerido: 2.9m-2.4m-1.9 m
- Presión de entrada: 0 barg
- Presión de salida max: 4barg
- Presión de diseño: min 1 barg- max 9 barg
- Temperatura de diseño: 100°C
- Material: acero inoxidable 316 L

Compuesto por:

- Calderín.
- Intercambiador de calor.
- Sistema de presión e inyección para impulsar los gases de proceso de la hidrólisis a digestión.
- - Incluye: valvulería e instrumentación.

#### **4.16.5.- Caldera de vapor mixta:**

- Marca: Viessman o similar
- Tipo: pirotubular mixta de 3 pasos con economizador y circuito de recuperación de gases de escape en motores.
- Quemador: modulante bicomcombustible (biogás/gas natural) Weishaupt o similar
- Capacidad: 0,8 toneladas/hora circuito de quemador (para 10 tMS/d de lodo).
- Presión de diseño: 13 bar.
- Presión de trabajo: 11.5 bar.
- Materiales:
  - Cuerpo caldera: P 235 GH
  - Tubos: P 235 GH
  - Hogar: P 295 GH
  - Economizador: AISI 316 L
  - Recubrimiento cuerpo caldera: chapa de acero lacada
  - Chimenea: AISI 316 L
  - Tanque de alimentación: AISI 316 L
  - Aislamiento: fibra de vidrio de alta densidad (120 mm de espesor en el cuerpo de la caldera y 100 mm de espesor en el economizador)
- incluye chimenea, tanque y bombas de alimentación, depósito de purgas, equipo de tratamiento del agua, valvulería, instrumentación (Vahinger, Jako, Wika, Sauter, Gestra, Spirax Sarco) y cuadro de control.
- Equipo de alimentación:
  - 1+1 bombas de la marca Grundfos o similares
  - Caudal máximo 1 m<sup>3</sup>/h
  - Presión de impulsión: 14 bar
- Acceso a la caja de humos, al hogar y al lado agua (mediante bocas de hombre).
- Vigilancia indirecta para cumplir TRD 604 / 72 horas.

#### **4.16.6.- Enfriador del digestor:**



- 1 unidad de enfriador de tipo tubo en tubo
- Función: retirar el calor de exceso de los fangos hidrolizados hasta la temperatura de digestión (40°C).
- Potencia de enfriamiento: 264 KWt
- Agua de refrigeración: agua de planta desinfectada, 25 m3/h aprox.
- Tubería y espesor: Schedule 10
- Temperatura de diseño: 20-110°C
- Presión de operación: hasta 10 bar
- pH: 5-8.4
- Concentración de materia seca a la entrada: 0-12%

#### **4.16.7.- Bombas de alimentación a la hidrólisis – elementos sueltos:**

- 2x bombas de alimentación a la hidrólisis de desplazamiento positivo

La presente especificación está basada en estándares de diseño de Cambi y Europeos.

#### **4.16.8.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.17.- INTERCAMBIADOR DE CALOR**

##### **4.17.1.- Características**

##### **Intercambiador de calor de lodos de tubo en tubo 130.000 kcal/h.**

Marca:	HRS o equivalente
Tipo:	Tubo en tubo
Modelo:	HRS DTI 89/60 6.0 304/316L H
Capacidad:	130.000 Kcal/h
Nº de unidades:	1 bastidor con 6 intercambiadores

Diámetro de la camisa:	Øe 88.9 x 2 mm
Diámetro de tubos interiores:	Øe 63.5 x 1.6 mm
Longitud: Aprox.	5 939 mm entre bridas
Material en lado tubo:	AISI 316L
Material en lado camisa:	AISI 304
Conexión lado tubo:	EN1092-1 PN16 DN50/DN65 a conf.
Conexión lado camisa:	EN1092-1 PN16 DN50/DN65 a conf
Conexión lado tubo:	EN1092-1 PN16 DN50/DN65 a conf.
Conexión lado camisa:	EN1092-1 PN16 DN50/DN65 a conf.

##### **Lado Camisa**

Temperatura de diseño:	90/0 °C
Presión de diseño:	6/-1 barg
Categoría de fluido:	ii 2

##### **Lado Tubo**

Temperatura de diseño:	90/0 °C
Presión de diseño:	6/-1 barg
Categoría de fluido:	ii 2
Código de diseño:	PD5500
PED 2014/68/UE:	Art. 4 Par. 3
Camisa:	Acabado exterior mate
Tubos interiores:	Corrugación tipo HARD
Colocación:	Horizontal, montado sobre bastidor autoportante tipo T invertida (3H x 2W)
Interconexiones:	Incluidas, bridadas calidad AISI 316L

#### **4.17.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.18.- CALDERERIA**

##### **4.18.1.- Tamiz de escalera ABS, DS 21x130x3mm AISI-316**

Tamiz de escalera ABS, DS 21x130x3mm AISI-316L, de gran superficie de paso y sistema automático de limpieza, por movimiento circular de las láminas, tanto en la parte superior como en la parte inferior del equipo, accionado mediante bielas laterales (sin cadenas).

El principio de funcionamiento se basa en la formación de manta continua de sólidos, capaz de retener partículas menores de los 3 mm de separación entre láminas. Capacidad de 4512 m<sup>3</sup>/h, y altura de descarga útil de los sólidos de 2070 mm.

Motor de 3 kW, y grupo reductor de 1400 a 13 rpm.

Los materiales son: bastidor en acero inoxidable AISI 316L de 4 mm de espesor, patas y soportes en plancha doblada de 4 mm de espesor, láminas en acero inoxidable AISI 316L de 3 mm de espesor y tapas en acero inoxidable AISI 316L de 1.5 mm de espesor.

Incluye patas de montaje, caja de conexiones IP55 y protección contra sobrecarga mecánica

##### **4.18.2.- Tornillo compactador, de la siguientes características**

Conjunto de tornillo transportador y prensa de lavado

Capacidad: 1-2 m<sup>3</sup>/h

% secado: 15-30 %

##### **Dimensiones**

Longitud total 6500 mm

Cuna y tapa 2.5 mm

Inclinación 0 °

Tornillo Ø A170/185-40x20 mm

Recubrimiento interior 8 mm

Chapa de perfil triangular 2 mm

Tubo de drenaje 76 mm

Entrada: 3 piezas verticales, incluida pieza soldada 100 mm de altura. Salida: 1 pieza vertical

##### **Material**

Cuna y tapas EN 1.44404 (AISI 316)

Recubrimiento interior HDPE

Sinfin Acero especial

Patas de apoyo EN 1.44404 (AISI 316)

Unidad de accionamiento y electricidad

Motor en posición de empuje, reductor tipo Nord 1,1kW/16 rpm, 3x400V 50 Hz Clase de aislamiento F, clase de protección IP 55

**Accesorios**

3 pares de piezas ajustables como soportes, ajustables. 2 pares de patas de apoyo H=500mm

**4.18.3.- Puente Desarenador Desengrasador A= 4,1 m L: 19,4 m**

Marca: Filtramassa o equivalente

Tipo: Longitudinal

**Características:**

Puente para soporte de la bomba de extracción de arenas y barrido de toda la longitud del desarenador:

Pasarela móvil construida con perfiles A42b/ST-37, con barandilla de protección en tubo 1 ¼", quitamiedos y rodapié, provista de 1 acceso.

Piso de TRAMEX galvanizado desmontable.

Grupo motriz de accionamiento de 0,25 Kw., mediante motorreductor eje hueco. Ataque simultáneo a ruedas motrices.

Grupo elevación de rasquetas de flotantes de 0,18 Kw

- Rasqueta(s) de flotantes, con labio de NBR.
- 2 carros de deslizamiento (1 en cada extremo de la pasarela), con rodamientos
- Carriles de deslizamiento del desarenador
- Grapas de fijación de carriles
- Cuadro eléctrico montado sobre el desarenador
- Guirnalda de alimentación eléctrica con carros de arrastre en aluminio y perfil Guía en acero galvanizado.
- Protección motores: IP-55 Cl.F. Tensión 220/380 V 50 Hz.
- Cuadro eléctrico: Protección IP-55

**Materiales**

Estructuras: Perfiles laminados A42b

Piso del puente: Tipo TRAMEX. Galvanizado.

**Acabado:**

Partes sumergidas AISI-316L

Partes no sumergidas Galvanizado en caliente.

**4.18.4.- Puente móvil para canal desarenador de las siguientes características**

Marca: Filtramassa o Equivalente

**Dimensiones del tanque**

Longitud entre apoyos: 4.1m

Longitud de barrido: 19.4 m

Profundidad del tanque: 4 m

Pasarela móvil construida con perfiles A42b/ST-37, con barandilla de protección en tubo 1 ¼", quitamiedos y rodapié, provista de 1 acceso.

Piso de TRAMEX galvanizado desmontable.

Grupo motriz de accionamiento de 0,25 Kw., mediante motorreductor eje hueco. Ataque simultáneo a ruedas motrices.

Grupo elevación de rasquetas de flotantes de 0,18 Kw

Rasqueta(s) de flotantes, con labio de NBR.

2 carros de deslizamiento (1 en cada extremo de la pasarela), con rodamientos

Carriles de deslizamiento del desarenador

Grapas de fijación de carriles

Cuadro eléctrico montado sobre el desarenador

Guirnalda de alimentación eléctrica con carros de arrastre en aluminio y perfil Guía en acero galvanizado.

### **Materiales**

Estructuras      Perfiles laminados A42b

Piso del puente Tipo TRAMEX. Galvanizado.

### **Acabado:**

Partes sumergidas      AISI-316L

Partes no sumergidas      Galvanizado en caliente.

#### **4.18.5.- Puente móvil para decantador circular de tracción periférica Ø 29 m.**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Decantador secundaria

### **Datos de la instalación**

Pasarela radial soporte de 1 m. de anchura, con barandilla tubular, rodapié y piso de TRAMEX galvanizado.

Eje central de giro compuesto por rodamiento ROTHE ERDE tipo mesa giratoria, colector de anillos rozantes (3+TT) y fijaciones oscilantes.

Carro motriz periférico, carenado y desmontable.

Grupo motorreductor. Potencia 1CV

Campana deflectora central.

Rasquetas de fondo y de flotantes, con remate de neopreno en las zonas de rozadura.

Vertedero y deflector perimetral.

Tolva de recogida de flotantes, con límite suministro en brida.

Rasqueta de cono.

### **MATERIALES/ACABADOS:**

Partes no sumergidas: Galvanizado en caliente s/UNE 37501-508

Partes sumergidas      : AISI-316L.

Vertedero tipo THOMPSON y deflector: AISI-316L

#### **4.18.6.- Clasificador de arenas 91 m3/h, de las siguientes características:**

Caudal de agua + arena a tratar: 91 m3/h



Tipo de sólidos: Urbanos  
Fabricante: SAVI - SAVECO  
Modelo: CLSW 30  
Cantidad: 1

**Especificaciones técnicas:**

Diámetro de sinfín: 288 mm  
Arena separada: 800 a 1000 kg/h  
Caudal nominal de agua + arena: 30 l/s  
Caudal máximo puntual de agua + arena: 35 l/s  
Grado de separación de arena 0,2 mm: > 95%  
Grado de reducción de orgánicos: < 3%  
Altura de descarga: 3300 mm  
Longitud total: 5400 mm  
Altura total: 3970 mm  
Ancho: 2000 mm  
Brida de entrada agua + arena: DN 150 - PN 10  
Brida de salida de agua: DN 250 - PN 10  
Brida de descarga material orgánico: DN 100 - PN 10  
Válvula motorizada salida de orgánicos Incluida  
Conexión de vaciado: 3”  
Válvula manual de esfera para vaciado incluida  
Consumo de agua de lavado: 40 l/min a 5 bar  
Sensor de presión para arena: Incluido

**Accionamiento:**

Potencia instalada: 0,75 Kw  
Tensión motor: 220/380 V 50 Hz  
Protección motor: IP-55  
Aislamiento: Clase F  
Velocidad de giro: 1.450 rpm.  
Tipo de reductor: Sinfín-corona  
Velocidad en eje de salida: 6 rpm.

**Materiales de construcción:**

Tapa protección según norma CEE: Acero inoxidable AISI 316 L  
Cajón de salida: Acero inoxidable AISI 316 L  
Tubo de transporte de arenas: Acero inoxidable AISI 316 L  
Pletinas de deslizamiento atornilladas: Acero inoxidable AISI 316 L  
Hélice de desarenado: Acero S275JR

Eje accionamiento: Acero S275JR  
Cuerpo y pie de apoyo: Acero inoxidable AISI 316 L  
Tornillería: Acero inoxidable AISI 316  
Bridas: Aluminio  
Acabado: Decapado, pasivado y desengrasado en acero inoxidable  
Imprimación de protección en hélices de FE 510

**Accionamiento clasificador:**

Motor eléctrico marca: WAM  
Modelo: MT - PAN90L  
Norma: Europea estándar IEC  
Potencia: 0,55 kW  
Tensión y frecuencia: 380-420 V 50 Hz / 440-480 V 60 Hz  
Protección y aislamiento: IP 55 Clase F  
Reductor mecánico marca: WAM  
Modelo: S45  
Tipo: Ejes paralelos

**Accionamiento agitador:**

Motor eléctrico marca: WAM  
Modelo: MT - PAN90S  
Norma: Europea estándar IEC  
Potencia: 0,37 kW  
Tensión y frecuencia: 380-420 V 50 Hz / 440-480 V 60 Hz  
Protección y aislamiento: IP 55 Clase F  
Reductor mecánico marca: WAM  
Modelo: S43  
Tipo: Ejes paralelos

**4.18.7.- Mecanismo barredor de tracción central espesador primario,**

Diámetro interior del tanque: 12.6 m  
Altura cilíndrica total (m): 8 m  
Ancho útil mínimo de la pasarela: 1 m

**Características**

Grupo de accionamiento central Compuesto por los siguientes elementos:  
Motor 3F 4p 220/380 V 50 Hz. IP-55 Cl.F. Potencia 0,25 Kw  
Reductor sinfín-corona y reductor epicicloidal

**Protección**

Limitador de par electrónico  
Árbol de giro construido en tubo AISI-316, con centrador inferior.

Estructuras de barrido de fondo construidos en celosía triangular.

Rasquetas de fondo en disposición espina de pez, con remate en neopreno.

Rasqueta en el cono de evacuación del fango concentrado.

Vertedero perimetral en AISI-316

ACABADO:

Partes sumergidas : AISI-316

#### **4.18.8.- Tamiz de aliviadero para aguas residuales urbanas más las de la lluvia.**

Características generales

Mod. Tamiz de aliviadero	QSWc
Tipo tamiz	QSWc 4x5/4
Material	AISI-316L
Nº módulos	4
Longitud Nominal (m)	5
Longitud del tamiz (L1) (mm)	4960
Caudal unitario (m <sup>3</sup> /seg)	1,36
Espacio entre pletinas (mm)	4
Espesor pletinas (mm)	3
Superficie neta de paso (m <sup>2</sup> )	0,91
Nº pletinas por módulo	12
Superficie área abierta (%)	57%
Veloc máx paso agua en el tamiz	1,5 m/s
Pérdidas de carga (tamiz limpio) (mm)	90

#### **Grupo Hidráulico**

Potencia motor hidráulico (kw)	3
Tensión (v)	400
Frecuencia (Hz)	50
Distancia del tamiz al cuadro eléctrico (m)	5
Distancia del tamiz al grupo hidráulico (m)	5

#### **Lista de materiales**

Estructura bastidor	AISI-316
Pletinas de filtración	AISI-316L
Labio de vertido	AISI-316L
Elementos de fijación	AISI-316L
Estructura sobre canal	AISI-316L
Guías del carro	PE-1000 (UHMW)
Peines de limpieza centrales	Poliamida armada de fibra de vidrio
Peine de limpieza final	Poliamida armada de fibra de vidrio

Cilindro hidráulico AISI-316L

Tubería hidráulica del tamiz AISI-316

**Dimensiones de la cuba:**

Caudal nominal de diseño (m<sup>3</sup>/h) 45 m<sup>3</sup>/h

Velocidad ascensional de diseño (mm/s): 2 mm/s

Ancho útil (mm): 1500 mm

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

**4.18.9.- Canal doble vertedero de 5,5 m construido en acero inoxidable.**

Vertedero tipo Thompson en acero inoxidable AISI 316 de 3 mm de espesor.

**Características:**

Longitud canal: 5,5 m

Ancho de canal: 400 mm

Altura total del THOMPSON: 450 mm.

Incluso soportes y anclajes.

Tornillería en acero inoxidable AISI 316.CVPVI025

**4.18.10.- Filtro de malla de limpieza automática**

**Descripción del filtrado**

Marca: STF o equivalente

Modelo del filtro: FMA2006

Caudal de diseño unitario: 40 m<sup>3</sup>/h

Número de filtros: 1 un. Grado de filtración: 25 µm

Presión máxima de trabajo: PN 10

Presión mínima de trabajo: 2,5 bar

Área total de filtración por unidad: 7.990 cm<sup>2</sup>

Temperatura de trabajo:< 50°

Diámetro del cuerpo: 457 mm

Conexión E/S (otros disponibles): DN150 – DIN2576 PN10

Peso en vacío: 382 Kg

Peso en servicio: 650 Kg

**Proceso de lavado**

Válvula de lavado: BERMAD S300 ANGULO - 2"BSP

Tipo de actuador Hidráulica

DN Válvula de lavado: DN 25

Tiempo ciclo de lavado: 25 seg.

Presión mínima durante lavado: 3 bar

Caudal de lavado: 15 m<sup>3</sup>/h

### **Control y electricidad**

Voltaje de control: 24 Vdc

Potencia del motor: 0,37 KW

Tensión de operación: 230Vac 1Fase 50Hz

Consumo motor: 1,12 A

ATEX NO

Par Motor 11 Nm

### **Materiales de fabricación**

Cuerpo del filtro: Acero al Carbono S-275/235 JR

Tornillería: Acero al Carbono 6,8 Bc

Mallas: Acero Inoxidable AISI316L

Mecanismo de limpieza: Acero Inoxidable AISI304

Conductos de colectores: ISO-R/65II / & DIN 2558

Bridas planas: DIN 2576 - PN10

Uniones soldadas: Procedimiento HOMOLOGADO (ASME Sección IX.)

Juntas de goma: Calidad EPDM

### **Tratamiento de pintura**

Granallado: Grado SA 2 ½

Tratamiento Exterior: Polyester + epoxy RAL5015

Tratamiento Interior: Epoxy - Polyester

#### **4.18.11.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.19.- COMPUERTAS**

##### **4.19.1.- Compuerta automática de canal 2 x 1,5.**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Aislamiento canales de tamizado

Equipo: Compuerta de canal

Tipo: Marco hasta arriba

Nº Uds:4

Ancho hueco o canal (m) 2  
Altura tablero (m): 1,5  
Altura máxima agua (m) 1,31  
Altura Piso maniobra (m) 2,01  
Altura accionamiento: 2,81  
Nº de cierres 3  
Espesor del tablero (cm) 0,5  
Nº de husillos: 2  
Ø husillo seleccionado:30  
Accionamiento: Servomotor todo/nada  
Accionamiento escogido: CK120.Potencia 0,37 Kw.Tmax=12 DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316  
Tablero: AISI-316  
Cierre: Simple NBR  
Husillo: AISI-316

**4.19.2.- Compuerta automática mural 1,2 x 1,5.**

Marca: Filtramassa o equivalente  
Servicio: Aislamiento entrada desarenadores  
Equipo: Compuerta mural  
Tipo: Con torreta  
Nº Uds:2  
Ancho hueco o canal (m) 1,2  
Altura tablero (m): 1,5  
Altura máxima agua (m) 1,6  
Altura Piso maniobra (m) 2,01  
Altura accionamiento: 2,81  
Nº de cierres 4  
Espesor del tablero (cm) 0,5  
Nº de husillos: 1  
Ø husillo seleccionado:30  
Accionamiento: Servomotor todo/nada  
Accionamiento escogido: CK60. Potencia 0,18 Kw. Tmax. 6 DaN.m.

**Materiales:**

Marco: AISI-316  
Tablero: AISI-316  
Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.3.- Compuerta automática mural 0,3 x 1,2.**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Salida desarenadores

Equipo: Compuerta mural

Tipo: Con torreta

Nº Uds: 2

Ancho hueco o canal (m) 0,3

Altura tablero (m): 1,2

Altura máxima agua (m) 1,3

Altura Piso maniobra (m) 2,26

Altura accionamiento: 3,06

Nº de cierres 4

Espesor del tablero (cm) 0,5

Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado: 30

Accionamiento: Servomotor todo/nada

Accionamiento escogido: CK30. Potencia 0,16 Kw. Tmax=3DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.4.- Compuerta mural 0,3 x 0,5.**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Canal de grasas

Equipo: Compuerta mural

Tipo: Con torreta

Nº Uds: 2

Ancho hueco o canal (m) 0,3

Altura tablero (m): 0,5

Altura máxima agua (m) 0,6

Altura Piso maniobra (m) 0,9

Altura accionamiento: 1,7

Nº de cierres 4

Espesor del tablero (cm) 0,5

Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado:30

Accionamiento:Manual

Accionamiento escogido: Volante y husillo

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

5392.06

**4.19.5.- Compuerta automática canal 1,3 x 0,5**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Entrada a tanques de regulación

Equipo:Compuerta de canal

Tipo: Marco hasta arriba

Nº Uds:2

Ancho hueco o canal (m) 1,3

Altura tablero (m): 0,5

Altura máxima agua (m) 0,44

Altura Piso maniobra (m) 1,65

Altura accionamiento: 2,45

Nº de cierres 3

Espesor del tablero (cm) 0,5

Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado:30

Accionamiento:Servomotor todo/nada

Accionamiento escogido: CK30. Potencia 0,16 Kw. Tmax=3DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.6.- Compuerta automática canal 1 x 0,5**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Bypass tanque de regulación

Equipo:Compuerta de canal

Tipo: Marco hasta arriba

Nº Uds:1



Ancho hueco o canal (m) 1  
Altura tablero (m): 0,5  
Altura máxima agua (m) 0,44  
Altura Piso maniobra (m) 1,65  
Altura accionamiento: 2,45  
Nº de cierres 3  
Espesor del tablero (cm) 0,5  
Nº de husillos: 1  
Ø husillo seleccionado:30  
Accionamiento:Servomotor todo/nada  
Accionamiento escogido: CK30. Potencia 0,16 Kw. Tmax=3DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316  
Tablero: AISI-316  
Cierre: Simple NBR  
Husillo: AISI-316

**4.19.7.- Compuerta automática mural 0,8 x 0,8**

Marca: Filtramassa o equivalente  
Servicio: Salida tanque regulación a reactor biológico  
Equipo:Compuerta mural  
Tipo: Con torreta  
Nº Uds:1  
Ancho hueco o canal (m) 0,8  
Altura tablero (m): 0,8  
Altura máxima agua (m) 3,91  
Altura Piso maniobra (m) 4,41  
Altura accionamiento: 5,21  
Nº de cierres 4  
Espesor del tablero (cm) 0,5  
Nº de husillos: 1  
Ø husillo seleccionado:30  
Accionamiento:Servomotor todo/nada  
Accionamiento escogido: CK120.Potencia 0,37 Kw.Tmax=12 DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316  
Tablero: AISI-316  
Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.8.- Compuerta automática mural 0,8 x 0,8**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Entrada decantación primaria

Equipo: Compuerta mural

Tipo: Con torreta

Nº Uds: 2

Ancho hueco o canal (m) 0,8

Altura tablero (m): 0,8

Altura máxima agua (m) 4,84

Altura Piso maniobra (m) 5,35

Altura accionamiento: 6,15

Nº de cierres 4

Espesor del tablero (cm) 0,5

Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado: 30

Accionamiento: Servomotor todo/nada

Accionamiento escogido: CK120. Potencia 0,37 Kw. Tmax=12 DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.9.- Compuerta regulación canal 1,4 x 0,3**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Regulación bypass decantación primaria

Equipo: Compuerta vertedero

Tipo: Marco hasta arriba

Nº Uds: 1

Ancho hueco o canal (m) 1,4

Altura tablero (m): 0,3 (Regulación máxima 300mm)

Altura máxima agua (m) 1,83 (desde fondo hasta labio superior hueco)

Altura Piso maniobra (m) 2,92

Altura accionamiento: 3,72

Nº de cierres 4

Espesor del tablero (cm) 0,5 Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado: 30

Accionamiento: Manual Accionamiento escogido: Volante y husillo

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.10.- Compuerta automática mural 0,6 x 0,6**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Entrada reactores biológicos

Equipo: Compuerta mural

Tipo: Con torreta

Nº Uds: 3

Ancho hueco o canal (m) 0,6

Altura tablero (m): 0,6

Altura máxima agua (m) 2,3

Altura Piso maniobra (m) 3,59

Altura accionamiento: 4,39

Nº de cierres 4

Espesor del tablero (cm) 0,5

Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado: 30

Accionamiento: Servomotor todo/nada

Accionamiento escogido: CK30. Potencia 0,16 Kw. Tmax=3DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.11.- Compuerta automática mural 0,9 x 0,9**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Salida reactores biológicos

Equipo: Compuerta mural

Tipo: Con torreta

Nº Uds: 5

Ancho hueco o canal (m) 0,9

Altura tablero (m): 0,9

Altura máxima agua (m) 6,26

Altura Piso maniobra (m) 7,1  
Altura accionamiento: 7,9  
Nº de cierres 4  
Espesor del tablero (cm) 0,5  
Nº de husillos: 1  
Ø husillo seleccionado:40  
Accionamiento: Servomotor todo/nada  
Accionamiento escogido: CK250.Potencia 0,75 Kw.Tmax=25 DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316  
Tablero: AISI-316  
Cierre: Simple NBR  
Husillo: AISI-316

**4.19.12.- Compuerta automática Mural 0,9x 0,9**

Marca: Filtramassa o equivalente  
Servicio: Purga a espesador de fangos en pozo recirculación  
Equipo: Compuerta mural  
Tipo: Con torreta  
Nº Uds:5  
Ancho hueco o canal (m) 0,9  
Altura tablero (m): 0,9  
Altura máxima agua (m) 6,26  
Altura Piso maniobra (m) 7,1  
Altura accionamiento: 7,9  
Nº de cierres 4  
Espesor del tablero (cm) 0,5  
Nº de husillos: 1  
Ø husillo seleccionado:40  
Accionamiento: Servomotor todo/nada  
Accionamiento escogido: CK250.Potencia 0,75 Kw.Tmax=25 DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316  
Tablero: AISI-316  
Cierre: Simple NBR  
Husillo: AISI-316

**4.19.13.- Compuerta automática mural 0,8 x 0,6**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio:	Entrada tratamiento terciario
Equipo:	Compuerta mural
Tipo:	Con torreta
Nº Uds:	1
Ancho hueco o canal (m)	0,8
Altura tablero (m):	0,6
Altura máxima agua (m)	0,89
Altura Piso maniobra (m)	1,39
Altura accionamiento:	2,19
Nº de cierres	4
Espesor del tablero (cm)	0,5
Nº de husillos:	1
Ø husillo seleccionado:	30
Accionamiento:	Servomotor todo/nada
Accionamiento escogido:	CK30. Potencia 0,16 Kw. Tmax=3DaN.m

**Materiales:**

Marco:	AISI-316
Tablero:	AISI-316
Cierre:	Simple NBR
Husillo:	AISI-316

**4.19.14.- Compuerta automática canal 0,82 x 1,4**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Entrada tratamiento Ultravioleta

Equipo: Compuerta de canal

Tipo: Marco hasta arriba

Nº Uds: 1

Ancho hueco o canal (m) 0,82

Altura tablero (m): 1,4

Altura máxima agua (m) 1,2

Altura Piso maniobra (m) 2,4

Altura accionamiento: 3,2

Nº de cierres 3

Espesor del tablero (cm) 0,5

Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado: 30

Accionamiento: Servomotor todo/nada

Accionamiento escogido: CK30. Potencia 0,16 Kw. Tmax=3DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.15.- Compuerta automática canal 0,82 x 0,8**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Salida tratamiento Ultravioleta

Equipo: Compuerta de canal

Tipo: Marco hasta arriba

Nº Uds: 1

Ancho hueco o canal (m) 0,82

Altura tablero (m): 0,8

Altura máxima agua (m) 0,65

Altura Piso maniobra (m) 1,85

Altura accionamiento: 2,65

Nº de cierres 3

Espesor del tablero (cm) 0,5

Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado: 30

Accionamiento: Servomotor todo/nada

Accionamiento escogido: CK30. Potencia 0,16 Kw. Tmax=3DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.16.- Compuerta automática mural 0,6 x 0,6**

Marca: Filtramassa o equivalente

Servicio: Entrada deposito agua regenerada

Equipo: Compuerta mural

Tipo: Con torreta

Nº Uds: 1

Ancho hueco o canal (m) 0,6

Altura tablero (m): 0,6

Altura máxima agua (m) 2,12

Altura piso maniobra (m) 3,57

Altura accionamiento: 4,37

Nº de cierres 4

Espesor del tablero (cm) 0,5

Nº de husillos: 1

Ø husillo seleccionado: 30

Accionamiento: Servomotor todo/nada

Accionamiento escogido: CK30. Potencia 0,16 Kw. Tmax=3DaN.m

**Materiales:**

Marco: AISI-316

Tablero: AISI-316

Cierre: Simple NBR

Husillo: AISI-316

**4.19.17.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

**4.20.- TOLVA Y SILO**

**4.20.1.- Tolva de almacenamiento de fangos 20 m3.**

Marca Coronilla o Equivalente

Volumen 20 m3.

Dimensiones del cuerpo o tronco Cuadrangular 3,00 x 3,00 m.

Dimensión mayor troncopirámidal Cuadrangular 3,00 x 3,00 m.

Dimensión menor troncopirámidal Cuadrangular 0,35 x 0,35 m.

Altura del tramo superior 1,50 m.

Altura del tramo pirámidal 2,00 m.

Altura de galibo 1,50 m.

Altura total de equipo 6,00 m.

Boca de descarga Brida DN-350/PN10.

**Materiales**

**Tolva:** Fabricada con perfiles laminados, chapas espesor 5 mm., costillas exteriores de refuerzo en pletina 80x8 mm. y techo inclinado visitable en chapa antideslizante espesor 6/8 mm. reforzado interiormente. Todo en acero al carbono S275JR.4

**Barandilla de seguridad :** Construida con perfiles tubulares, rodapié 80x4 mm. altura 80 mm. y tramo intermedio con perfil de seguridad. Todo en acero al carbono S275JR. Altura 1.00 m.

**Escalera acceso a cubierta:** De gato con ancho 0.60 m. con sus correspondientes jaulas de seguridad. Construidas en acero S275JR

### **Accesorios**

En cubierta se instalará una boca de hombre de 750x750 mm. y tomas para carga DN-150/PN10 venteo DN-80 y toma de nivel DN-125/PN10, todo en acero al carbono S275JR.



## **Acabados**

### **-INTERIOR**

Chorroado de arena grado SA 2 ½, según las Normas SIS 05.59.00

Recubrimiento de alquitrán epoxi con 2 capas de 125 micras de espesor cada una.

### **-EXTERIOR**

Chorroado de arena grado SA 2 ½, según las Normas SIS 05.59.00

Aplicación de capa base mediante imprimación epoxi de 2 componentes con un espesor de 50 micras de película seca.

Aplicación de una capa intermedia mediante epoxi 2 componentes capa gruesa, con un espesor de 75 micras de película seca.

Aplicación de esmalte de acabado mediante poliuretano alifático (color a elegir) con un espesor de 50 micras de película seca.

### **4.20.2.- Tolva de almacenamiento de fangos 150 m3.**

Marca Coronilla o Equivalente

Volumen 20 m3.

Dimensiones del cuerpo o tronco Cilíndrico Ø 4,00 m.

Altura del cuerpo superior: 12,00 m.

Altura libre boca descarga a suelo 4,00 m.

Altura total de equipo 17,50 m.

Altura de la plataforma 4,50 m.

Ancho de la plataforma 1,00 m.

Sistema de descarga Tajadera motorizada 1 hoja según especificaciones adjuntas.

Dimensión salida tajadera Sección cuadrada 0,75x0,75 m.

Volumen útil 150 m3.

## **Materiales**

**Silo:** Electrosoldado realizado con chapas espesores 15, 10, 8 y 6 mm. + cjto. de perfiles laminados para refuerzo del fondo. La cubierta se realizará con chapa antideslizante 6/8 mm. Y reforzada interiormente. Todo en acero al carbono S275JR.

**Estructura portante:** Electrosoldada realizada con cjto. de perfiles laminados de acero al carbono S275JR.

**Barandillas de seguridad:** Construidas con perfiles tubulares, con rodapié 80x4 mm. y tramo intermedio con perfil de seguridad. Perfiles de acero al carbono S275JR. Altura 1.000 mm.

**Escalera/s de acceso** Ambas de gato, con sus correspondientes quitamiedos y construidas en acero al carbono S275JR. Ancho 0,60 mts.

**Plataforma intermedia:** Realizada con piso de chapa antideslizante 4/6 mm y barandillas de seguridad, todo en acero al carbono S275JR.

**Zonas vistas no soldada** Selladas con masilla de poliuretano.

#### **4.20.3.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.21.- DESODORIZACIÓN**

##### **4.21.1.- Sistema tratamiento biotrickling de olores 17.000 m3/h**

Marca:	TECNIUM / DIMASA o equivalente
Servicio:	Edificio de pre tratamiento
Caudal de aire a tratar:	17.000 m <sup>3</sup> /h
Composición:	Aire + H <sub>2</sub> S + R-SH+ NH <sub>3</sub> + R-NH
Concentración contaminantes:	20 ppm
Temperatura:	Ambiente
Líquido de humectación:	Agua
Eficacia de depuración:	99%
Pérdida de carga equipos:	800 Pa
Pérdida de carga conductos:	1.000 Pa
Pérdida carga total:	1.800 Pa

1 BIOTRICKLING vertical, modelo BTFSS - 30, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química:	Resina estervinilica /fibra de vidrio
Material refuerzo mecánico :	Resina ortoftálica / fibra de vidrio
Color de acabado :	Blanco RAL 9010
Diámetro :	3.000 m.m
Altura total aproximada :	8.000 m.m
Espesor de construcción :	13,8/12,1/10,8 m.m
Capacidad de líquido contenido en el fondo :	7.000 l

Elementos de contacto utilizados

- Tipo : Inorgánico desordenado con gran superficie específica y baja pérdida de carga tipo Bitec

Separador de gotas

- Tipo : Láminas activas para flujo vertical

- Material : Polipropileno

Accesorios incluidos

- Medidor de pérdida de carga de los internos con indicación visual.
- Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Alimentación 230 VAC.
- Medidor de pH. Alimentación 230 VAC.
- Rebosadero en PVC con cierre hidráulico y drenaje.

1 BOMBA centrífuga horizontal para recirculación del líquido de lavado, modelo BHCKK 4.12, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido : Polipropileno

Acoplamiento al motor : Directo

Caudal : 28 m<sup>3</sup>/h

Altura manométrica total : 18 m.c.l.

Estanqueidad eje : Cierre mecánico simple interior

Materiales del cierre mecánico

- Rotor : CSi

- Estator : CSi

- Juntas : NBR

Potencia instalada : 7,5 kW

Tensión motor : 440 V

Velocidad angular del motor : 3.480 r.p.m.

Protección del motor : IP-55

**1 VENTILADOR** centrífugo, modelo MMSSI- 5575R con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido : Turbina: AISI 316

Difusor: Resina estervinilica/ fibra de vidrio

Acoplamiento al motor : Poleas-correas

Caudal : 17.000 m<sup>3</sup>/h

Presión estática : 2.880 Pa

Estanqueidad eje : Deflector limitador de fugas

Potencia instalada : 37 kW

Tensión motor : 440 V

Velocidad angular del motor : 1.740 r.p.m.

Protección del motor : IP-55

Nivel sonoro : 98 dB(A)

CALORIFUGADO TORRE

Calorifugado del fondo de la torre con placa de poliuretano de 40 mm de espesor y traceado eléctrico para evitar la congelación del líquido en invierno y mantener lo más alta posible la temperatura de cara a la actividad biológica de los microorganismos.



#### 4.21.2.- Sistema tratamiento biotrickling de olores 8.000 m<sup>3</sup>/h

Servicio:	Desodorización Edificio de fangos
Caudal:	8.000 m <sup>3</sup> /h.
Contaminantes a la entrada:	
NH <sub>3</sub> :	<10 mg/m <sup>3</sup> .
H <sub>2</sub> S:	100 ppm promedio.
CH <sub>3</sub> SH:	< 3 mg/m <sup>3</sup> .
((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S+(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> ):	< 2 mg/m <sup>3</sup> .
Eficacia de absorción:	
H <sub>2</sub> S y NH <sub>3</sub> :	99%.
Resto:	98%.
Temperatura:	Ambiente. Pérdida de carga conductos: 500 Pa aprox.
Líquido de lavado:	Agua tratada de la planta con nutrientes.

**Torres scrubbers compactos verticales:**

Material:	PRFV.
Tipo pared:	Simple
Diámetro interior:	2.000 mm
Altura total:	6.500 mm

**Capacidad de líquido contenido:**

Fondo:	3.000 litros.
Fondos:	1VPO. Vertical con fondo inferior plano y toriesférico superior.
Capacidad líquido interior:	1 metro inferior.

**Condiciones de operación:**

Tª de operación:	Ambiente.
Tª máxima estabilidad resina:	60°C Tª de diseño: 30°C
Densidad:	1 Kg/l.
Viento considerado:	120 km/h.
Sismo considerado:	0,2g
Presión de operación:	Atmosférica.

Estratificado:	Refuerzo mecánico: Resina Ortoftálica.
	Barrera interior: Resina Vinilester.

Accesorios:	Anillos tabicados de material PP de volumen libre 94%.
	Separador de gotas de flujo vertical con láminas activas.
	Medidor de Ph de la marca Crison.

**Bomba centrífuga tipo horizontal para recirculación del líquido de lavado :**

Cantidad:	1 unidad.
Marca:	Tecnum o similar.
Material en contacto con el fluido:	Polipropileno . Acoplamiento al motor :Directo .
Caudal:	5 m3/h.
Altura manométrica:	18 m.c.l.
Potencia:	1,1 Kw.
Tensión motor:	480v
Estanqueidad eje :	Mecánica simple interior.

**Ventilador centrífugo:**

Fabricante: Sodeca 2045 o similar  
Material en contacto con el fluido: Polipropileno.  
Antes de la entrada se coloca: Válvula mariposa.  
Acoplamiento al motor: Directo.  
Caudal diseño: 8.000 m<sup>3</sup>/h  
Presión estática de diseño: 800 Pa.  
Potencia instalada: 400 v  
Tensión motor: 480 v .  
Velocidad motor: 1.400 r.p.m.  
Tuberías, accesorios y válvulas de recirculación en PVC.  
Tuberías, accesorios y válvula de conducción de gases entre las torres y ventilador en PPH. Tornillería AISI 304.

#### **Depósito de dosificación y bomba de dosificación.**

Depósito de PE de nutrientes con bomba de dosificación de las siguientes características: Material : PEHD  
Diámetro: 800 mm.  
Altura total: 1.000 mm.  
Capacidad: 1.000 litros.  
Accesorios: Indicador de nivel con contacto de máximo y mínimo

#### **Cuadro de maniobra.**

Se entregará un cuadro de maniobra por cada uno de los equipos.

#### **4.21.1.- Sistema tratamiento biotrickling de olores 6.000 m<sup>3</sup>/h**

Caudal: 6.000 m<sup>3</sup>/h.  
Servicio: Desodorización Edificio de fangos

Contaminantes a la entrada:

NH<sub>3</sub>: <10 mg/m<sup>3</sup>.  
H<sub>2</sub>S: 100 ppm promedio.  
CH<sub>3</sub>SH: < 3 mg/m<sup>3</sup>.  
((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S+(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>): < 2 mg/m<sup>3</sup>.  
Eficacia de absorción:  
H<sub>2</sub>S y NH<sub>3</sub>: 99%.  
Resto: 98%.

Temperatura: Ambiente. Pérdida de carga conductos: 500 Pa aprox.  
Líquido de lavado: Agua tratada de la planta con nutrientes.

**Torres scrubbers compactos verticales:**

Material: PRFV.  
Tipo pared: Simple  
Diámetro interior: 1.800 mm  
Altura total: 6.500 mm

**Capacidad de líquido contenido:**

Fondo: 3.000 litros.  
Fondos: 1VPO. Vertical con fondo inferior plano y toriesférico superior.  
Capacidad líquido interior: 1 metro inferior.

**Condiciones de operación:**

Tª de operación: Ambiente.  
Tª máxima estabilidad resina: 60°C Tª de diseño: 30°C  
Densidad: 1 Kg/l.  
Viento considerado: 120 km/h.  
Sismo considerado: 0,2g  
Presión de operación: Atmosférica.

Estratificado: Refuerzo mecánico: Resina Ortoftálica.  
Barrera interior: Resina Vinilester.

Accesorios: Anillos tabicados de material PP de volumen libre 94%.  
Separador de gotas de flujo vertical con láminas activas.  
Medidor de Ph de la marca Crison.

**Bomba centrífuga tipo horizontal para recirculación del líquido de lavado :**

Cantidad: 1 unidad.  
Marca: Tecnum o similar.  
Material en contacto con el fluido: Polipropileno . Acoplamiento al motor :Directo .  
Caudal: 5 m3/h.  
Altura manométrica: 18 m.c.l.  
Potencia: 1,1 Kw.  
Tensión motor: 480v

Estanqueidad eje : Mecánica simple interior.

**Ventilador centrífugo:**

Fabricante: Sodeca 2045 o similar

Material en contacto con el fluido: Polipropileno .

Antes de la entrada se coloca: Válvula mariposa.

Acoplamiento al motor: Directo .

Caudal diseño: 6.000 m<sup>3</sup>/h

Presión estática de diseño: 800 Pa.

Potencia instalada: 400 v

Tensión motor: 480 v .

Velocidad motor: 1.400 r.p.m.

Tuberías, accesorios y válvulas de recirculación en PVC.

Tuberías, accesorios y válvula de conducción de gases entre las torres y ventilador en PPH. Tornillería AISI 304.

**Depósito de dosificación y bomba de dosificación.**

Depósito de PE de nutrientes con bomba de dosificación de las siguientes características: Material : PEHD

Diámetro: 800 mm.

Altura total: 1.000 mm.

Capacidad: 1.000 litros.

Accesorios: Indicador de nivel con contacto de máximo y mínimo

**Cuadro de maniobra.**

Se entregará un cuadro de maniobra por cada uno de los equipos.

**4.21.2.- Sistema tratamiento adsorción química de olores 2.500 m<sup>3</sup>/h**

Unidad de filtración química de aire, indicada para la eliminación de compuestos tóxicos o malolientes mediante quimisorción

Marca: Alphachem o similar

Gama: SF (Sistema de Filtración)

Modelo: SF-3000

Servicio: Desodorización Decantación primaria

**Datos Técnicos**



Dimensiones:	Diámetro 1600 mm y altura 2000 mm (sin chimenea)
Caudal tratamiento	hasta 2.500 m <sup>3</sup> /h en plataforma superior
Material construcción	Polipropileno 6mm
Características envolvente	Torre cilíndrica base plana
Instalación	Disposición vertical para interior o exterior
Embocadura entrada	Diámetro 200/315 mm, según ventilador
Ventilador	M315 de 2,2 kw con bancada para fijar al suelo
Salida aire depurado	Diámetro 315 mm, normalmente en chimenea
Carga adsorbente	Por boca de hombre superior
Descarga adsorbente	A través de boca descarga inferior
Motor-Ventilador	Centrífugo 1,5 / 2,2 / 3 kw anticorrosivo trifásico IP-55
Pérdida de carga sistema	400-700 pa. Considerar adicional para conductos 300-500 pa
Medio filtrante	Lecho 30-60 cm espesor de adsorbente químico

Alphacarb B: Adsorbente de carbón activado para eliminar preferentemente sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y otros gases ácidos.

Carga carbón activo Alphacarb B-Ultra 450 kg

Alphablend 8A: Adsorbente mezcla de Alphacarb A, carbón activado para retener COVs, y Alphasorb 8, adsorbente de alúmina activada impregnada con permanganato potásico, para eliminar ácido sulfhídrico, mercaptanos, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, aldehídos y otros.

Carga carbón activo Alphablend 8A 92 kg

#### **4.21.3.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización.

#### **4.22.- SISTEMA COMPLETO DE SECADO Y LIMPIEZA DEL BIOGÁS Q= 215NM<sup>3</sup>/H**

Sistema completo para alimentar de la manera más eficiente el motor de biogás, esta configuración incluye: limpieza, secado, soplante, trampa de condensados, y sistema By-Pass.

##### **Descripción**

Filtro de grava para retención de espumas, construido en acero inoxidable AISI 304

Intercambiador de calor (biogas-agua) Q Biogas: 215 Nm<sup>3</sup>/h

Filtro condensador para retención de sedimentos en acero inoxidable AISI 304

Chiller (range 38/3 °C - outdoor air temperature 35°C)

Aislamiento Térmico (con Armaflex + cubrición de aluminio)

Línea de By-pass, realizada en ASI 304, incluye válvulas.

Conector al sistema de refrigeración por agua (chiller – intercambiador de calor)

Soplante de biogás, certificación ATEX Delta P=150 mbar

Base de apoyo en acero al carbono pintada (bancada), (para todos los componentes)

#### **Filtros de carbón activo**

El filtro de Carbón activo para eliminar H<sub>2</sub>S, siloxanos y otros compuestos, en concentración bajas.

#### **Descripción**

1 Filtro - FSHC 1500x2000 mm construido en PRFV para eliminar siloxanos

Primera carga Carbón Siloxanos y COV's (1000 kg)

1 Filtro - FSHC 2500x5000 mm (doble lecho) eliminación de H<sub>2</sub>S

Primera carga Carbón H<sub>2</sub>S (6300 kg)

#### **Paquete completo sistema eléctrico de potencia y control**

Cuadro eléctrico con PLC y pantalla táctil

Paquete de sensores: Presión y temperatura

Variador de frecuencia para soplante

Válvula multipunto en bypass de seguridad (PID control de presión)

Accionamiento y paro remoto de la unidad de limpieza

Control y accionamiento válvula principal entrada Biogás

#### **4.22.1.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.23.- GASOMETRO**

Gasómetro de doble membrana con regulación del nivel de carga

Marca: Agrotel o Similiar

Modelo: DMGS

Volumen útil: 791m<sup>3</sup>

Presión de servicio: 20 mbar

Diámetro: 12,4 m

Altura: 9,4 m

Temperatura mínima del gas: 10 °

Capacidad máxima de toma de gas: 250 m<sup>3</sup>/h

Carga máxima de nieve: 150 Kg/m<sup>2</sup>  
Velocidad máxima del viento: 150 Km/h

Compuesto por:

Membrana exterior fabricada en poliéster recubierto por ambas partes de PVC resistente a la radiación UV, protegido con fungicida DIN 4102 clase B1, forma de bola 3/4 reforzado en las uniones con termosoldadura por alta frecuencia. Resistencia a la rotura de 5.000 N/5 cm

Membrana interior y de fondo: fabricada en poliéster recubierto por ambas partes de PVC lacado con plastificante especial resistente a la radiación UV, protegido por fungicida DIN 4102 clase B1, forma de bola 3/4, bandas cortadas y soldadas por alta frecuencia. Resistencia a la rotura de 5.000 N/5 cm

Soplante eléctrica para el aire de apoyo tipo CH4/4HDB350 K/0.75/02 protección Eex-e-II-T3, toma de corriente de 0.75 Kw.

Válvula de seguridad

Anillo de anclaje en perfil U de inoxidable 60 x 30 x 30.

Aparallaje para la conexión de entrada y salida en DN 100 mm y otra para condensados DN 50

Medidor-regulador compuesto por:

Sensor ultrasónico tipo XPS 10. Carcasa KYNAR. Margen de medida 0-10 m. Protección IP 68. Temperatura de trabajo -40° hasta +95 °C.

Convertidor de medida de nivel MULTIRANGER 200 hasta 15 m. Salida 4-20 mA. 3 relés independientes con un contacto libre de potencial alterna y programables

Ventana transparente

Válvula antiretorno de inoxidable

Válvula repartidora de presión de

Cable de conexión apantallado

#### **4.23.1.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.24.- ANTORCHA 430 NM3/H**

Marca: HIMMEL o Equivalente  
Modelo: Llama oculta auto-soportada  
Capacidad de quemado: 430 Nm<sup>3</sup> / h (dependiendo de la presión)  
Potencia térmica max.: 3.000 kW.  
Concentración de CH<sub>4</sub>: 45-70% de CH<sub>4</sub>  
Temperatura de llama: ~ 900 ° C

Gas:	biogás filtrado y drenado
Concentración de CH4:	45-70% de CH4
Tiempo de retención	:> 0.3s
Presión de gas:	20 mbar
Brida de gas:	DN 125, PN10
Encendido: electrodo	1x8KV
Detección de llamas:	celda UV, tipo resistente al calor
Nivel sonoro:	~ 69 dB (A) a 15 m
Dimensiones (LxWxH):	1100 x 1100 x 9000 mm
Tubo de llama:	aislado con fibra cerámica de 50 mm.

Incluido:

- 1 Controles e instrumentos
- 1 apagallamas DN100, Cashco , aprobado por ATEX
- 1 Válvula de gas de cierre DN125, certificación EN
- 3 quemadores ~ 430 Nm<sup>3</sup> / ha 20 mbar
- 1 brida de conexión DN100
- 2 presostatos (pmin / pmax)
- 1 armario electrónico IP 54

Material: Acero inoxidable

#### **4.24.1.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

#### **4.25.- CALDERA PIROTUBULAR 240 KW**

Caldera pirotubular presurizada con inversión de llama en la cámara de combustión y haz tubular de pasos de humos para calentamiento

Modelo	CEY-WB 240/6 o similar
Servicio	Calentamiento fangos digestión
Norma de diseño	EN 12953
Presiones de Diseño	6 bar(g)
Potencia Térmica	240 kW
Rendimiento	92 %

Perdida presión lado agua ( $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$ ) 4 mbar  
Clase Caldera s/Directiva 97/23/CE 1era

### **Temperaturas**

$\Delta T$  máximo de agua 20 °C  
Máxima de servicio (seguridad) 100 °C  
Aire ambiente 25 °C

### **Combustible**

GASÓLEO / BIOGÁS

### **Dimensiones**

Longitud (sin quemador) 1.587 mm  
Anchura 800 mm  
Altura 915 mm  
Peso en vacío 440 kg  
Diámetro Salida Humos 220 mm

### **Componentes**

Cuerpo de presión  
Cámaras de gases, anterior y posterior de fácil accesibilidad.  
Aislamiento térmico del cuerpo  
Equipo de combustión para combustible biogás / gasóleo alternativamente.

Homologado como baja temperatura según directiva 92/42 CEE. Temperatura mínima de retorno > 50°C

#### **4.25.1.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

#### **4.26.- POTE DE CONDENSADOS**

##### **4.26.1.- Características**

Diámetro: 600 mm  
Altura del cuerpo: 850 mm

Bridas de conexión	150 mm
Caudal de biogás	450 m3/h

#### **Parámetros de Trabajo**

Temperatura mín	5°C
Presión máx.	50 mbar
Pérdida de carga	2-4 mbar
Medio gaseoso	Biogás

#### **Características**

Tapa practicable con conexión para medición (1")  
Descarga sifónica de condensados  
Válvula esférica para descarga manual  
Tapón de vaciado  
Visor lateral de nivel  
Junta de estanqueidad NBR  
Pies con orificio para anclaje al pavimento  
Bridas según EN-1092-1-01 (DIN2576)

#### **Materiales**

Fabricado en Acero Inoxidable AISI316

#### **4.26.2.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

#### **4.27.- MODULO DE COGENERACIÓN DE BIOGAS**

La unidad de cogeneración de 385 kWe cuenta con los siguientes accesorios:

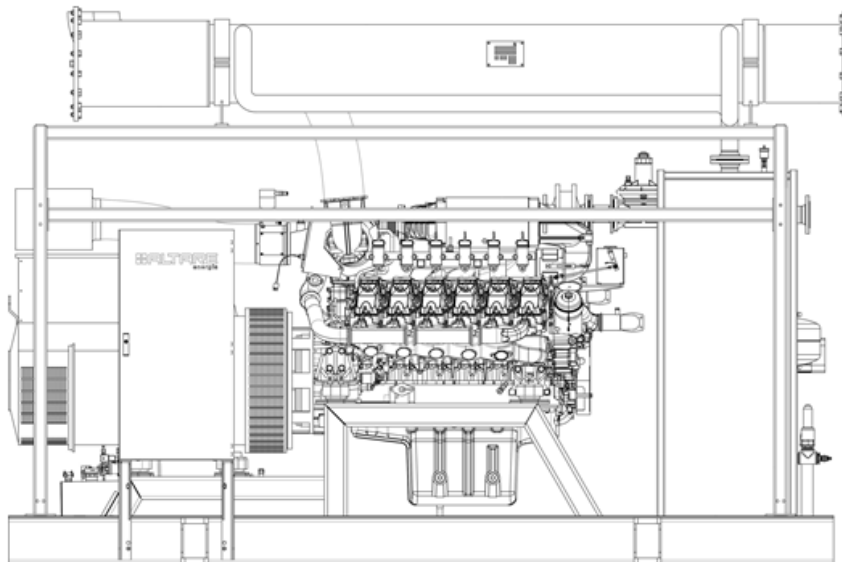
- Sistema de recuperación de calor de motor, intercooler y aceite lubricante a agua caliente para calefacción de digestor.
- Salida de gases de escape a recuperación separada en caldera de vapor, con silenciador de 30 dB de atenuación promedio.
- Aerorefrigeradores de emergencia y mezcla (segunda etapa de intercooler).

El motogenerador integra un sistema anti-vertido de excedentes de generación eléctrica a la red de distribución homologado según los requerimientos del RD244/2019 e imprescindible para legalizar la instalación en modo autoconsumo sin excedentes.

#### 4.27.1.- Equipo cogeneración

Se proyecta un motogenerador Altare A385B de 385 kWe, específicamente desarrollado a partir del motor LIEBHERR 9512 para aplicaciones de cogeneración con biogás de depuradora.

A continuación se resumen sus principales características:



Características técnicas Altare A385B - GAS DE DEPURADORA		
Potencia y rendimiento eléctrico	385 kW <sup>(1)</sup>	39.0%
Potencia y rendimiento térmico	437 kW <sup>(2)</sup>	44.3%
Consumo y rendimiento global	988 kW <sup>(3)</sup>	83.3%
Dimensiones y peso	4.300 x 1.400 x 2.675 mm ; 7.450 kg	
Nivel de ruido	70 dB(A) a 1 m	
Emisiones	CO<750 mg/m <sup>3</sup> NOx<500 mg/m <sup>3</sup>	
Consumo de aceite:	máx. 0.3 g/kWhe	
(1 En bornes del alternador a cos φ=1, condiciones ISO 3046-1 / DIN 6271 (2 Potencia total con recuperación de calor de motor, aceite, intercooler y humos (salida a 150°C). Tolerancia: -8%. Ver desglose en anexo I. (3 Tolerancia: +5%; el gas debe cumplir las especificaciones del anexo III.		

El motogenerador A385B incorpora:

- Motor a gas de mezcla pobre LIEBHERR 9512 de 12 cilindros en V y 25 dm<sup>3</sup>, turboalimentado. Incluye rampa completa de gas desde suministro a 15-50 mbar, sistema de lubricación con capacidad ampliada y sistema cerrado de refrigeración por agua. Regulación electrónica para operación con biogás mediante sondas de temperatura en el interior de cada uno de los cilindros.
- Interenfriador de mezcla (intercooler) dividido en dos etapas y construido en acero inoxidable AISI 316. El calor de la primera etapa se recupera y aprovecha en el circuito primario de recuperación de calor, mientras que el de la segunda se recupera en un circuito separado de baja temperatura que incluye bomba, intercambiador, válvula de tres vías con regulación automática y aerorefrigerador para garantizar la refrigeración cuando no hay demanda de calor suficiente.

- Generador síncrono sin escobillas de 3x400V a 50 Hz en construcción de doble cojinete. Acoplado directamente al motor mediante transmisión amortiguada. Con interruptor de conexión y equipamiento completo de sincronismo y protección para trabajo en paralelo con la red o en isla. Regulador de tensión (AVR) digital.
- Armarios eléctrico y de control anexos instalados en el frontal, con unidad de control, sincronización y protección Woodward EasyGen 3500xt, PLC auxiliar Wago 750 e instrumentación completa para operar automáticamente. Interfaz de fácil manejo a través de pantalla táctil a color configurada en castellano. E/S y comunicación por bus para supervisión remota o integración con sistema de control externo.

Todos los elementos del motogenerador se montan elásticamente sobre bastidor de acero con bandeja inferior de recogida de líquidos. Se puede instalar opcionalmente un cabinado de aislamiento acústico con sistema de ventilación forzada.

La recuperación de calor de motor, primera etapa de intercooler y aceite lubricante se realiza mediante un kit hidráulico ya montado en un compacto bastidor metálico. Un circuito primario recupera el calor transfiriéndolo a un circuito secundario a través de un intercambiador de placas de acero inoxidable. El conjunto incluye la bomba de circulación para el secundario y su válvula de recirculación. El kit incluye la ampliación de los armarios eléctrico y de control para dar servicio a todos los elementos del sistema de recuperación de calor.

El calor recuperado de la segunda etapa de intercooler se evacua al ambiente a través de un circuito propio que opera a menor temperatura que el de refrigeración del motor.

Además de estos elementos se suministrará la salida de gases de escape hacia el generador de vapor con un silenciador para atenuación de 30 dB. Construida en acero inoxidable AISI 316 y con chaquetas de aislamiento desmontables.

A continuación se describen los principales sistemas y componentes de los equipos

#### **4.27.1.1.-Motor y alimentación de combustible**

Motor a gas LIEBHERR 9512 para trabajo continuo en cogeneración, operando en ciclo Otto de 4 tiempos con mezcla pobre y regulación de la combustión mediante sondas de temperatura en cada uno de los cilindros. Diseñado para trabajar de manera fiable con biogás con el máximo rendimiento y bajas emisiones de CO y NOx.

El motor LIEBHERR 9512 es un motor industrial de 12 cilindros en V y cuatro válvulas por cilindro, con 25 litros de capacidad que se emplea en plantas de cogeneración de hasta 570 kWe. Equipa un turbocompresor y sistema de post-enfriamiento de la mezcla (intercooler) para optimizar el llenado de los cilindros y aumentar simultáneamente la potencia y el rendimiento del motor.

El intercooler está dividido en dos etapas para poder recuperar calor de la primera parte del enfriamiento de la mezcla, y se construye íntegramente en acero inoxidable para evitar problemas por corrosión al trabajar con biogás.

Características técnicas del motor LIEBHERR 9512:



**LIEBHERR 9512**

**Construcción**

**Estructura** Motor de explosión de 12 cilindros en V y 4 válvulas por cilindro con árbol de levas lateral accionado por tren de engranajes. Volante de inercia solidario al cigüeñal con amortiguación de vibraciones. Cáster inferior de gran capacidad.

**Materiales**

Camisas húmedas construidas en fundición de alta resistencia al desgaste. Pistones y bulones de acero en una pieza con lubricación por spray. Culatas individuales en fundición de hierro aleado. Válvulas y asientos en aleación especial de alta resistencia.

**Capacidad** 25.0 litros (12 x 2.14 l); diámetro x carrera = 130 x 157 mm

**Operación** Ciclo Otto de cuatro tiempos con mezcla pobre

**Combustible** Gas natural o biogás con características adecuadas.

**Sobrealimentación** Turbocompresor + intercooler de dos etapas construido en acero inoxidable

**Regulación** Mezclador gas-aire de tipo Venturi con área de paso variable y regulación electrónica mediante sondas de temperatura en las cámaras de combustión. Válvula de mariposa electrónica para regulación de carga accionada por motor paso a paso.

**Encendido** Encendido electrónico controlado por microprocesador Motortech con bobinas individuales por cada cilindro alimentadas a través de tiristores. Sensores de giro magnéticos.

**Lubricación** Circuito de aceite desde cárter con bomba de engranajes, filtro y válvula de control de presión e intercambiador de calor al agua de refrigeración optimizado para una prolongada vida del lubricante.

**Refrigeración** Circuito cerrado de refrigeración líquida de camisas, culatas y aceite.

**Ventilación** Circuito cerrado de ventilación de gases del cárter con separador de aceite.

**Arranque** Motor de arranque eléctrico a 24V alimentado desde baterías.

**Dimensiones y peso** 1.200x1.550x1.550 mm 2.150 kg

**Formación de la mezcla**

Regulación electrónica de la combustión basada en sondas de temperatura individuales en cada cilindro para garantizar una operación eficiente y libre de problemas con biogás. Se implementa sobre un PLC modular de control siguiendo un algoritmo de control desarrollado específicamente para motores de mezcla pobre.

Mezclador aire-gas de tipo Venturi con ajuste electrónico del aporte de gas. Proporciona de manera natural relaciones combustible / aire adecuadas sin introducir pérdidas de carga relevantes en la línea de aspiración. La composición se ajusta dinámicamente variando el hueco de paso de gas mediante un servomotor controlado en función de la temperatura de combustión. Este parámetro, medido a través de termopares ubicados en el interior de cada uno de los cilindros, proporciona una realimentación más precisa y robusta que la tradicional sonda □□ que sufre errores por deriva y ensuciamiento,

especialmente en el trabajo con biogás. El control incorpora además correcciones en función de la temperatura y presión de alimentación.

Esta regulación permite monitorizar la combustión en cada uno de los cilindros aportando una potente herramienta de mantenimiento predictivo. Cualquier anomalía en la combustión es inmediatamente detectada y localizada, lo que permite anticipar fallos como faltas de encendido, detonaciones, etc antes de que afecten a la operación o provoquen averías o desgastes innecesarios.

### **Rampa de biogás**

El módulo incorpora una rampa de biogás completa para alimentación a una presión de 15-50 mbar que incluye:

- Válvula de corte manual.
- Filtro de gas.
- Doble electroválvula de corte con sistema automático de prueba.
- Manómetro y presostato de baja presión.
- Regulación de presión para entrada al mezclador de gas.
- Apagallamas.

Los elementos de la rampa están cableados al armario de control desde donde son supervisados por el PLC.

### **Sistema de encendido**

Sistema de encendido de alta energía por descarga de condensador (CDI) Motortech MIC4+ con controlador digital programable. Permite un óptimo ajuste de los parámetros de ignición en toda circunstancia, incluyendo ajustes individuales para cada cilindro, y puede ser parametrizado por el servicio técnico.

Bobinas individuales para cada cilindro con posibilidad de ajustar la intensidad y duración de la chispa. Cables de encendido con pipeta blindada y bujías industriales de larga duración integradas.

## **4.27.1.2.-Alternador y sistema eléctrico**

### **Alternador**

Generador síncrono trifásico a 400V y 50 Hz Leroy Somer LS47.3 L9 con una potencia aparente de 535 kVA y un rendimiento en operación del 96.5%. Se trata de un alternador de cuatro polos sin escobillas, auto-excitado y auto-regulado, refrigerado por aire (autoventilado) y construido con doble cojinete. Regulador de tensión digital Leroy Somer.

En el anexo de datos técnicos pueden verse sus características principales.

### **Sistema eléctrico**

El módulo monta en el frontal un armario eléctrico con todos los elementos necesarios para:

- Arrancar el grupo moto-generador a través de un motor de CC alimentado desde batería de 24V (se incluye cargador electrónico en el cuadro).
- Sincronizar y trabajar en paralelo con la red de manera segura, protegiendo tanto al generador como a la red.
- Regular carga en función de una señal de mando analógica o por consigna.

- Accionar y proteger todos los componentes auxiliares integrados (bombas, válvulas, ventiladores, etc).
- Monitorizar constantemente todos los parámetros de funcionamiento relevantes del módulo y sus componentes y de la red eléctrica.
- Detener de forma segura el módulo y los auxiliares, bien por falta de demanda bien ante cualquier fallo o anomalía en la operación.

El cuadro dispone de un sistema de alimentación ininterrumpida que garantiza la operación del control aún en caso de falta de suministro eléctrico.

Los equipos integran la gestión de un **dispositivo antivertido de energía excedentaria a la red eléctrica** para operar en modalidad de autoconsumo sin excedentes, homologado por un laboratorio independiente de acuerdo a las especificaciones del Real Decreto 244/2019.

### **Interruptor del generador**

Interruptor automático Möller NZM de tres polos y 800 A motorizado con bobinas de cierre y disparo para la conexión y desconexión a red. Integrado en el armario de potencia.

### **Sincronismo y protección**

Unidad de sincronismo y protección Woodward Easygen 3500xt basada en microcontrolador, con interfaz de operador independiente mediante pantalla y teclado en castellano. Diseñada específicamente para control de motogeneradores, realiza la maniobra de sincronización del generador con la red, el control de potencia activa y reactiva y la vigilancia de red y del generador, desconectando directamente ante cualquier anomalía. Incorpora los siguientes relés de protección:

Vigilancia de red:

- Máxima y mínima tensión (59/27)
- Máxima y mínima frecuencia (81M/m)
- Desequilibrio de fases (47)
- Microcorte / Desacoplo de red (78)

Vigilancia del generador:

- Máxima y mínima tensión (59/27)
- Máxima y mínima frecuencia (81M/m)
- Sobrecarga (32)
- Potencia inversa (32R/F)
- Protección contra secuencia inversa (46)
- Pérdida de excitación (40Q)
- Sobreintensidad de fase y homopolar (50,50N, 51, 51N)

Todos los parámetros de operación eléctrica se muestran en la pantalla, ubicada en la puerta del armario de potencia. Se implementa una comunicación con el PLC mediante Profibus lo que permite supervisar desde la pantalla táctil de operador o desde un acceso remoto por LAN/GPRS.

### **Instrumentación y sistemas de seguridad**

Además del relé multifunción Woodward y de las sondas empleadas en la regulación del motor, el módulo cuenta con los siguientes sistemas de seguridad:

- Doble válvula de solenoide en la rampa de gas para corte en caso de falta de suministro eléctrico.
- Presostato de mínima presión para corte por baja presión de gas.
- Indicador de nivel e interruptor de presión de aceite lubricante.
- Sonda de temperatura en el alternador para paro del módulo por exceso de temperatura ambiente.
- Interruptor para detección de líquidos en la bandeja del bastidor que detiene el módulo en caso de fugas.
- Sonda y termostato para monitorización de la temperatura del refrigerante (circuito primario) y eventual parada del grupo.
- Sensor de presión del refrigerante para detener el equipo en caso de falta de líquido.
- Interruptor de flujo en el circuito primario para detener el equipo ante falta de circulación de refrigerante.
- Sonda de temperatura de retorno de agua al módulo, que detiene el motor si la temperatura es demasiado alta o regula la válvula mezcladora de tres vías si es demasiado baja.

Los diagramas eléctricos se envían al cliente para su supervisión y aprobación antes de comenzar la fabricación. Es posible incluir sensores y dispositivos adicionales bajo demanda para una mejor adaptación a las necesidades del proyecto.

#### **4.27.1.3.-Sistema de lubricación**

El motor incorpora un sistema de lubricación que aporta constantemente aceite a todas las piezas móviles para limitar el desgaste y ayudar a evacuar el calor. El aceite se toma del cárter inferior y es impulsado mediante una bomba de engranajes accionada por el eje del motor a través del filtro y de un intercambiador de calor integrado en el bloque.

El módulo integra un sistema de capacidad extendida que añade un volumen de 157 litros a capacidad del cárter motor (90 l). Emplea un depósito metálico ubicado en el bastidor inferior del módulo y una bomba eléctrica de circulación que se encarga además de la pre-lubricación antes del arranque. El depósito auxiliar incorpora el sensor de nivel y tomas para facilitar el cambio de aceite desde el lateral del módulo. Todo el conjunto es controlado y supervisado desde el PLC de control.

#### **4.27.1.4.-Sistema de refrigeración y recuperación de calor**

Para aprovechar el calor residual es necesario instalar un sistema de recuperación, que puede comprender únicamente los focos disponibles en el motor (camisas, culatas, aceite, intercooler) o también la energía disponible en los gases de escape.

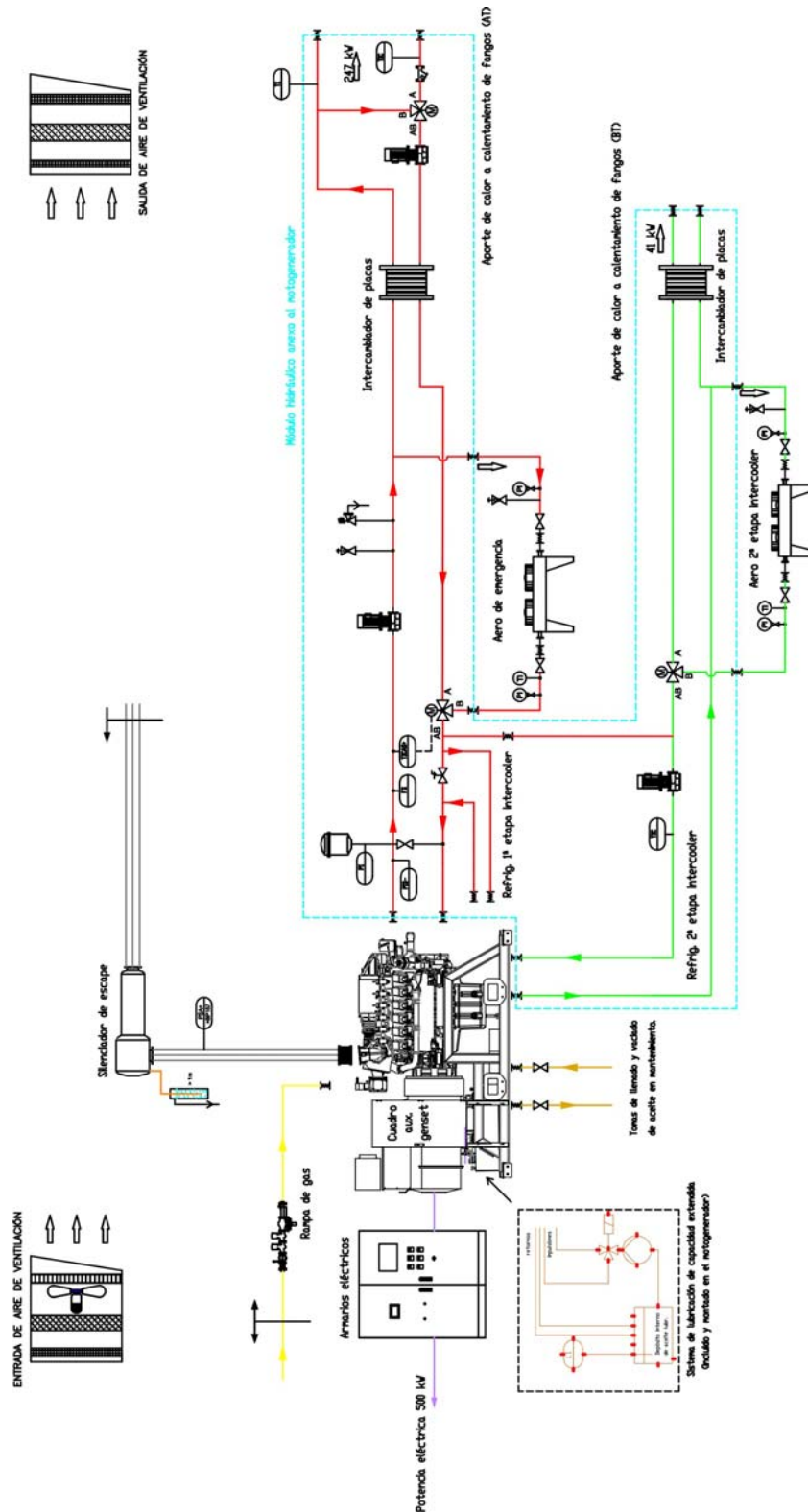
En este proyecto el calor de los gases de escape se empleará en una caldera de vapor por lo que se ofrece un kit hidráulico que incluye los componentes necesarios para recuperar calor del resto de focos de manera sencilla. El kit hidráulico se suministra pre-montado en un bastidor metálico compacto y listo para conectar.

El kit hidráulico proporciona un circuito primario cerrado de recuperación de calor y un circuito secundario a consumos.

El circuito primario de refrigeración de motor, primera etapa de intercooler y aceite es un circuito cerrado que emplea agua con anticongelante. Cuenta con su propia bomba eléctrica, vaso de expansión, grupo de seguridad, llenado y vaciado y transmite la potencia al circuito secundario a través de un intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316L. La temperatura de impulsión al circuito de consumos es de 85°C, estimándose una temperatura de retorno de 75-78°C. El kit incluye la derivación al aerorefrigerador de emergencia para garantizar la refrigeración del motor

aún cuando no hay demanda térmica suficiente en la planta. El aerorefrigerador se incluye en el alcance de suministro, para instalación en obra por parte del cliente.

El calor de la segunda etapa de intercooler se evacua al ambiente en un circuito separado de baja temperatura, que cuenta con bomba de circulación, intercambiador, válvula de regulación de caudal y aerorefrigerador (incluido también en el alcance de suministro, para montaje en obra por parte del cliente)



#### **4.27.1.5.-Salida de humos**

El motogenerador incluye los colectores de escape para cada banco de 6 cilindros. Se ofertan adicionalmente las conducciones de los gases de escape desde los grupos de cogeneración hasta la caldera de recuperación del generador de vapor, junto con silenciador de absorción construido en acero inoxidable AISI 316.

La conducción se diseñará a medida de la instalación y se realizará mediante tubería de acero inoxidable soldada con aislamiento térmico para trabajo a alta temperatura.

#### **4.27.1.6.-Bastidor**

El grupo motor-generator se fija mediante silent-blocks a un bastidor de acero con bandeja inferior de recogida de líquidos. La rampa de gas se monta en uno de los laterales del motor. Los armarios eléctrico y de control se suministran para montaje separado y van conectados a un cuadro secundario de menor tamaño instalado en el propio motogenerador. Disponen de puertas accesibles desde el exterior que integran los principales elementos de mando y seguridad y la pantalla táctil.

En el anexo de datos técnicos se ofrecen planos dimensionales completos del motogenerador, detallándose las diferentes conexiones.

#### **4.27.2.- Control**

Unidad de control, sincronización y protección de última generación Woodward Easygen apoyada con un PLC modular de gama industrial. Con interfaz de usuario gráfica a través de pantalla táctil en color de 7". Robusto, escalable y fácilmente actualizable. Todos los componentes del sistema se alojan en el interior del cuadro eléctrico, montándose la pantalla táctil en la puerta para acceso directo desde el exterior.

El control recibe constantemente señales de distintos sensores y actuadores, analiza el funcionamiento del módulo en tiempo real y envía las órdenes de control precisas a cada uno de los componentes. Garantiza así un funcionamiento seguro, eficiente y fiable del equipo en cualquier condición de trabajo. Una vez programadas las consignas, la operación es totalmente automática y no requiere intervención del operador. La unidad Woodward Easygen y el PLC trabajan sincronizados mediante una comunicación por protocolo ModBus TCP.

El PLC de control realiza entre otras las siguientes funciones:

- Secuencias de arranque y parada del motogenerador.
- Coordinación tareas con el equipo de sincronización y protección.
- Comprobación y control de la rampa de gas.
- Supervisión y regulación de la combustión.
- Supervisión y control de los circuitos de refrigeración y recuperación de calor, incluidos aerorefrigeradores.
- Supervisión y control del sistema de lubricación extendida.
- Supervisión y control de los sistemas de ventilación.
- Integración con el panel de operador local y con los sistemas de control de planta (señales y comunicaciones).
- Arranque, parada y regulación de potencia en función de la disponibilidad de biogás y/o el consumo eléctrico o térmico.
- Mantenimiento de registros de operación y gestión de eventos, incidencias y alarmas.

El cuadro eléctrico cuenta con señales digitales de salida para señalar disponibilidad, marcha, alarma y necesidad de mantenimiento, así como de entradas para habilitar/inhabilitar el funcionamiento y para regular el grado de carga, por ejemplo en función de la demanda eléctrica o de la disponibilidad de biogás. Se dispone de entradas y salidas de libres para programar funciones adicionales y como reserva ante eventuales daños.

El panel táctil proporciona al operador acceso a la supervisión completa en tiempo real de motor, generador, red eléctrica y de todos los componentes auxiliares, así como a la modificación de los parámetros de regulación más relevantes, incluido el ajuste de los lazos de control. Ofrece además contadores, registro de mensajes de operación y registro de alarmas.

El equipo se entrega en todo caso con un SCADA web EXEON COGEN instalado en el armario de control. EXEON COGEN es una herramienta de supervisión y gestión remota de instalaciones de cogeneración desarrollada por ALTARE Energía en base a la experiencia adquirida en años de trabajo en campo. Permite acceder a la instalación a través de internet empleando un navegador web estándar y proporciona las siguientes funcionalidades:

- Visualización en tiempo real de la operación: estado de motor, calderas, bombas, válvulas, etc, junto con datos de temperatura, presión, caudal, totalizadores, y demás instrumentación instalada.
- Monitorización en tiempo real de la operación del módulo de cogeneración a través de comunicación serie: supervisión del motor, generador, elementos de seguridad, etc.
- Registro detallado de operación de la instalación registrando todos los eventos relevantes.
- Análisis de datos on-line a través de gráficos y tablas de resultados, totalmente configurable y parametrizable.
- Generación automática de resultados e informes de eficiencia energética.
- Gestión de alarmas: comunicación, análisis, reconocimiento remoto.
- Almacenamiento estructurado de la información en base de datos con posibilidad de descarga a archivos Excel.
- Libro de servicio electrónico para registro y consulta on-line de operaciones de mantenimiento, incidencias, modificaciones en la programación o el uso, etc.

EXEON se implementa en un micro-ordenador industrial con sistema operativo Linux instalado en el propio cuadro eléctrico del equipo sobre carril DIN. El acceso a internet se puede realizar a través de una red local Ethernet con modem-router ADSL si está disponible o incluyendo en el micro-ordenador un modem-router 3G.

#### **4.27.3.- 2.3 Aerorefrigeradores**

Para la refrigeración de emergencia cuando la demanda térmica es insuficiente y para evacuar el calor del intercooler se ofrecen aerorefrigeradores industriales con las siguientes características:

Aeroenfriadores de gran capacidad de intercambio térmico y robustez, para montaje horizontal sobre patas de apoyo. Construidos en chasis de acero galvanizado con protección intemperie de alta resistencia mediante pintura polimerizada termoendurecible resistente a la corrosión y R.U.V. Intercambiador construido en tubos de cobre con aletas de aluminio y colectores de acero. Ventiladores axiales con álabes de alta eficiencia. Motor trifásico AC o electrónico EC de velocidad variable.

Aerorefrigerador de emergencia: AWSN-51E-205C-EC-E-EPI

- Capacidad de disipación a 37°C y 50% HR: 205 kW
- Fluido: agua-glicol al 30%.
- Dimensiones y peso: 1.890x1.525x1.675mm; 325 kg.
- Ventiladores: 1x3,2 kW. 58 dB(A) a 10m.
- Motor electrónico de velocidad variable con señal 0-10V o 4-20mA.

Aerorefrigerador de mezcla: AWS-2401-S-DN-038

- Capacidad de disipación a 38°C y 50% HR: 29,5 kW
- Fluido: agua-glicol al 30%.
- Dimensiones y peso: 1.350 x1.323x1.096mm; 225 kg
- Ventiladores: 1 x 1,25 kW.
- Motor trifásico de rotor externo, grado de protección IP54, aislamiento clase F, y protección térmica.

**A continuación se adjuntan las características técnicas del motogenerador A385B**



## Características técnicas del motogenerador A385B

**Importante: datos para el módulo sin recuperación de calor de los gases de escape.**

### Módulo compacto de cogeneración para biogás de EDAR

Fabricante	Altare Energía S.A.
Combustible	Biogás

### Prestaciones

Potencia eléctrica	kW	385
Potencia térmica a agua caliente (excl. recup de humos)	kW	200
Consumo de combustible	kW	988
Rendimiento eléctrico		39,0%
Rendimiento térmico (total, incl. recup. de humos a 150°C)		44,3%
Rendimiento total		83,3%

### Motor a gas

Fabricante		Liebherr
Serie		9512
Origen		Suiza
Combustión		Mezcla pobre, turboalimentado
Régimen de giro	1/min	1500
Número y disposición de los cilindros		12 en V
Diámetro de cilindro	mm	130
Carrera del pistón	mm	157
Cilindrada	l	25
Presión media efectiva (PME)	bar	14,0
Velocidad media del pistón	m/s	7,85
Relación de compresión		13,3:1
Peso del motor	kg	2.150
Potencia eléctrica continua ICFN*	kW	399
Rendimiento mecánico	%	40,4%
Calor de refrigeración del motor	kW	168
Calor residual disponible (total; +/- 8%)	kW	437
Temperatura de entrada del agua de refrigeración al motor	°C	80
Temperatura de salida del agua de refrigeración al motor	°C	85
Caudal nominal de agua de refrigeración del motor	m <sup>3</sup> /h	29,6
Volumen de agua de refrigeración del motor	l	130
Consumo máximo de aceite lubricante	g/kWh	0,30
Capacidad de aceite lubricante (cárter)	l	90
Capacidad de aceite lubricante (depósito inferior)	l	157
Contrapresión máxima en el escape (tras el turbo)	mbar	50
Nivel medio de presión sonora a 1m sin cabinado	dB(A)	103
Niveles de contaminantes en gas de escape a 5% O <sub>2</sub>		TA Luft
Óxidos de nitrógeno (NOX)	mg/m <sup>3</sup> n	< 500
Monóxido de carbono (CO)	mg/m <sup>3</sup> n	< 750
HC inquemados	mg/m <sup>3</sup> n	< 150
Formaldehido	mg/m <sup>3</sup> n	< 60

\* potencia mecánica continua según ISO 3046 T.1, sin sobrecarga, con aire de admisión a 1 bar, 25 C y 30% HR

### Generador

Fabricante		Leroy Somer
Modelo		LS 47.3 L9
Tipo		Síncrono trifásico de 4 polos
Construcción		Doble cojinete
Refrigeración		Por aire forzado
Velocidad de giro	1/min	1.500
Rendimiento con factor de potencia = 1,0	%	96,5
Potencia aparente con aislamiento clase F	kVA	535
Potencia aparente con factor de potencia = 0,8	kVA	481
Potencia activa	kW	385
Corriente nominal a 400V con factor de potencia = 0,8	A	695
Corriente nominal a 400V con factor de potencia = 1,0	A	556
Tensión nominal	V	400
Frecuencia	Hz	50
Peso	kg	1.392

### Sistema de alimentación

#### Formación de la mezcla

Potencia calorífica de combustible (tolerancia +5%)	kW	988
Consumo nominal de combustible (PCI = 6 kWh/m <sup>3</sup> n)	m <sup>3</sup> n/h	165
Densidad del combustible	kg/m <sup>3</sup>	1,22
Gasto másico de combustible	kg/h	201
λ (exceso de aire)		1,55
Caudal de aire de combustión	m <sup>3</sup> n/h	1.454
Densidad del aire de combustión	kg/m <sup>3</sup> n	1,29
Gasto másico de aire de combustión	kg/h	1.880
Presión de alimentación de combustible requerida (plena carga)	mbar	15-50
Gasto másico de mezcla respecto al gas de escape	kg/h	2.081
Densidad de la mezcla respecto al gas de escape	kg/m <sup>3</sup> n	1,28
Caudal de mezcla respecto al gas de escape	m <sup>3</sup> n/h	1.619

#### Refrigeración de la mezcla

Tipo de intercooler		2 etapas
Temperatura de entrada de agua a la 1ª etapa de intercooler	°C	79
Temperatura de salida de agua de la 1ª etapa de intercooler	°C	80
Conexiones de agua a aerorefrigerador para 2ª etapa		DN 40 PN10
Temperatura de entrada de agua a la 2ª etapa de intercooler	°C	55
Temperatura de salida de agua de la 2ª etapa de intercooler	°C	61
Caudal de agua de refrigeración de 2ª etapa	m <sup>3</sup> /h	5,5
Bomba de refrigeración de 2ª etapa		Wilo Yonos Maxo 30/0,5
Temperatura de entrada de la mezcla (antes 1ª etapa)	°C	180
Temperatura de salida de la mezcla (después 1ª etapa)	°C	100
Temperatura de salida de la mezcla (después 2ª etapa)	°C	60
Calor recuperado en 1ª etapa	kW	32
Calor disipado en aerorefrigerador de 2ª etapa	kW	23

### Evacuación de gases de escape

Caudal de gases (a la temperatura de entrada)	m <sup>3</sup> /h	4.536
Caudal de gases (a la temperatura de salida)	m <sup>3</sup> /h	2.508
Gasto másico de gases	kg/h	2.081
Temperatura de salida de gases	°C	492
Contrapresión máxima admisible en la salida de gases	mbar	40
Potencia térmica disponible en los gases de escape	kW	292

### Circuito de agua de refrigeración

#### Intercambiador de calor

Marca y tipo		SWEP B427 - placas
Material		AISI 316L
Potencia nominal	kW	200
Presión de diseño	bar	27
Caudal de agua primario	m <sup>3</sup> /h	29,6
Temperatura de entrada primario	°C	85
Temperatura de salida primario	°C	80
Caudal de agua secundario	m <sup>3</sup> /h	11,5
Temperatura de entrada secundario	°C	70
Temperatura de salida secundario	°C	85
Pérdida de carga disponible para circuito exterior	mbar	30

#### Bombas

Bomba primario-Fabricante		Wilo
Bomba primario-Modelo		IPL 50/130
Consumo de la bomba de primario	W	2.200
Bomba secundario-Fabricante		Wilo
Bomba secundario-Modelo		IPL 50/130
Consumo de la bomba de primario a potencia nominal	W	1.500

#### Ventilación

Caudal de aire recomendado	m <sup>3</sup> /h	17.500
Temperatura máxima de aire de admisión	°C	45
Calor radiado - motor	kW	28
Calor radiado - generador	kW	13
Calor radiado - total	kW	41

#### Conexiones

Entrada de gas		DN 80 PN10
Salida de gases de escape		DN250 PN10
Impulsión y retorno de agua (secundario y aero emergencia)		DN65 PN10
Impulsión y retorno de agua a aero de mezcla		DN40 PN10
Conducto de extracción de aire (equipo cabinado)	ø mm	400

#### Niveles sonoros (en caseta)

Nivel sonoro medio a 10 m	dB(A)	70
Nivel sonoro a 1m en la toma de aire, sin silenciador adicional	dB(A)	78
Nivel sonoro a 1m en la salida de aire, sin silenciador adicional	dB(A)	80
Nivel sonoro a 1m en la salida de gases, sin silenciador adicional	dB(A)	80

#### Dimensiones y peso del módulo completo

Largo	mm	4.300
Ancho	mm	1.400
Alto	mm	2.675
Peso neto	kg	6.400

#### Intervalos de mantenimiento\*

Mantenimiento básico W3	h	1.250
Mantenimiento avanzado W4	h	3.750
Revisión R1	h	15.000
Revisión R2	h	30.000
Revisión R3 (overhaul)	h	60.000

\*Los intervalos de mantenimiento dependen de las características del combustible, las condiciones de operación, y el aceite empleado. Nuestro servicio técnico ajusta los intervalos para cada proyecto una vez en operación.

## Requerimientos del biogás para el equipo de cogeneración

El combustible a emplear en el equipo debe cumplir los siguientes requerimientos mínimos, que serán garantizados mediante el sistema de limpieza a instalar:

Característica	Abrev.	Unidad	Límite	Observación
Potencia calorífica (inferior)	Hi	[kWh/m³]	> 5	Variaciones < 5%/min
Número de metano	MN		> 80	<70 sólo con compresión disminuida < 80 con sensores de detonación Variaciones < 10/min
Contenido de azufre (total)	S	[mg/10kWh]	< 200	Garantía limitada para todas las piezas en contacto con gas
(Sulfuro de hidrógeno H <sub>2</sub> S)	H <sub>2</sub> S	[mg/10kWh]	< 228	
		[mg/10kWh]	20-225	Posibilidad de funcionamiento con catalizador limitado
		[mg/10kWh]	<15	Funcionamiento con catalizador ilimitado
Contenido de cloro (total)	Cl	[mg/10kWh]	<80	
Contenido de flúor (total)	F	[mg/10kWh]	<40	
Suma de cloro y flúor	CL+F	[mg/10kWh]	<80	
Amoníaco	NH <sub>3</sub>	[mg/10kWh]	<40/<30	
Vapores de aceite	>C5	[mg/10kWh]	<400	
Contenido de polvo		[mg/10kWh]	<10	
Tamaño granular		[µm]	3-10	
Silicio (orgánico)	Si	[mg/10kWh]	<2	
	Si	[mg/10kWh]	2-10	Garantía limitada para todas las piezas en contacto con gas
Humedad (relativa)		[%]	<60	Para la temperatura de aire más baja: ¡debe evitarse sin excepción la condensación en el tramo de regulación de gas!
Temperatura del gas		[°C]	10<Tg<30	Para propano (LPG) o gas natural licuado (LNG) > 35°C
Presión antes del tramo de regulación	P	[mbar]	15-50	Variaciones < 10% del valor de ajuste Frecuencia < 10 /h

Para convertir los valores de mg/10kWh a mg/Nm<sup>3</sup>biogás multiplicar por el PCI del biogás a emplear en kWh/Nm<sup>3</sup> y dividir entre 10:

$$\text{P.e. H}_2\text{S en biogás con PCI=6: } 228 \text{ mg/10kWh} = 228 \times 6 / 10 = 136,8 \text{ mg/Nm}^3$$

Rogamos consultar en caso de duda acerca de alguno de estos parámetros o de la forma correcta de obtener y analizar las muestras.

**4.27.4.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización

**En Madrid, julio de 2020**

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.  
Colegiado Nº 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Dña. Alicia Esteban Pedregal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 34.296

Examinado y conforme.  
El Director del proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme.

El jefe de área de proyectos y expropiaciones



D. Daniel Gálvez Cruz

Vº.Bº.

El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá

#### 4.28.- VARIOS

##### 4.28.1.- Cubierta desarenador

Cubierta tipo fuelle cortina para cierre de desarenadores

##### Componentes y materiales:

Tela GAMMA-2 (doble capa de PVC), color a decidir

Pliegues encolados y cosidos

Marcos de aluminio de 5 mm para su fijación

Rodillos de deslizamiento laterales de los puentes realizados en acero inoxidable

AISI 316 y poliamida

Soportes en acero inoxidable 316 para fijación de los marcos en los extremos

Toda la tornillería en acero inoxidable 316

##### 4.28.2.- Cubierta decantación primaria

Marca: ECOTEC o equivalente

Modelo: ECOMOD

Superficie unitaria: 158,8 m<sup>2</sup>

Espesor: 5/6

Sobrecarga máxima: 90,00 kg/m<sup>2</sup>

Nº de rejillas: 1

Nº de bridas de extracción: 1

Nº de bocas de hombre: 1

Fijación: A2

Uniones elásticas: Neopreno

Estructura soporte: A2

##### Materiales de construcción:

Resinas:

La barrera química está construida con resina bisfenólica ATLAC 382 de elevada resistencia química y una temperatura de distorsión comprendida entre -30°C y +100°C

El resto del espesor está construido con resina ortoftálica, estabilizada contra los rayos ultravioleta y pigmentada con el color definido por el cliente.

Fibra de vidrio:

Se utiliza MAT y teidos de vidrio clase E y calidad M1 y velo de superficie de vidrio clase C.

##### Acabados:

Recubrimiento exterior con gel coat isoftálico, color a definir (aconsejamos un color ral en base clara).

#### **4.28.3.- Interruptor de nivel tipo boya**

Interruptor de nivel, tipo boya, para arranque y protección de las bombas, mando de arranque de bomba, parada y accionamiento del circuito de alarma

Marca:	AKO Bectrónica o similar
Modelo.	AKO-53124
Longitud del cable:	10 m
Utilizable en densidades:	0,9 - 1,1 Kg/ dm <sup>3</sup>
Temperatura máxima de trabajo_	60°C
Grado de protección a 20 °C:	IP-68 (40 m)
Voltaje máximo:	250 - 125 V
Microrruptor inversor:	Unipolar 10 A, 250 V
Cable de PVC:	3 x 0,75 mm <sup>2</sup>
Material de cubierta:	Polipropileno
Material del pensacable:	EPDM
Dimensiones:	103 x 163 mm

#### **4.28.4.- Válvula de guillotina Motorizada DN 700 mm.**

Marca: ORBINOX o equivalente.

Modelo: EX

##### **Características:**

Diámetro (DN): 700 mm.

Presión (Bar): 2.

Norma brida: PN 10

Actuador: Servomotor eléctrico T/N

##### **Accionamiento:**

Tipo: Actuador:

Marca / Modelo: AUMA SA

##### **Materiales:**

Cuerpo: Fundición nodular GGG-25.

Compuerta: Acero inoxidable AISI 304.

Cierre: EPDM.

#### **4.28.5.- Válvula de guillotina Motorizada DN 500 mm.**

Marca: ORBINOX o equivalente.

Modelo: EX

##### **Características:**

Diámetro (DN): 500 mm.

Presión (Bar): 4.

Norma brida: PN 10

Actuador: Servomotor eléctrico T/N

**Accionamiento:**

Tipo: Actuador:

Marca / Modelo: AUMA SA

**Materiales:**

Cuerpo: Fundición nodular GGG-25.

Compuerta: Acero inoxidable AISI 304.

Cierre: EPDM.

**Rotámetro para la medida de caudal para tubería DN 25 mm.**

Marca: COMAQUINSA o equivalente.

Presión según modelo: 5 a 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

Conexiones: Roscadas.

Tolerancia: ± 1 % final de escala.

Ámbito de medida: 1:10

Montaje: Vertical.

**Materiales:**

Tubo de medida: Borosilicato.

Flotador: Ac inoxidable AISI 316, según necesidades.

Muelles o topes: Ac inoxidable AISI 316, PVC, PTFE, según necesidades.

**Compuerta basculante para descarga centrifugas**

Tipo: Basculante

Accionamiento: Cilindro neumático

**Material:**

Acero Inoxidable AISI-316

Incluyendo:

- \* 2 Detectores de posición del cilindro
- \* 1 Electroválvula de 5/3 vías
- \* Caja de bornas, para cableado de la electroválvula y detectores de posición.
- \* Manoreductor para regulación del aire de mando a cilindro neumático.

**4.28.6.- Medición y abono**

Se medirán y valorarán por unidades al precio que para cada unidad figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento, siempre que se haya acreditado las pruebas de fabricación y funcionamiento.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado.

La instalación incluirá la puesta en marcha y legalización



En Madrid, julio de 2020

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.  
Colegiado N° 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Dña. Alicia Esteban Pedregal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 34.296

Examinado y conforme.  
El Director del proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme.  
El jefe de área de proyectos y expropiaciones



D. Daniel Gálvez Cruz

Vº.Bº.  
El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS**



## ÍNDICE

1.	CONSIDERACIONES GENERALES .....	1
2.	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LOS MATERIALES, Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	4
2.1.	GENERALIDADES .....	4
2.2.	CLASIFICACIÓN DE ÁREAS .....	5
2.3.	DERECHOS DE ACOMETIDA .....	5
2.4.	ACOMETIDA ELÉCTRICA .....	5
2.5.	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN .....	6
2.6.	MEDIA TENSIÓN .....	6
2.6.1.	Transformadores de potencia .....	6
2.6.2.	Celdas de media tensión .....	7
2.6.3.	Toma Tierra .....	7
2.6.4.	Medida de la energía eléctrica .....	8
2.6.5.	Material eléctrico en las zonas con riesgo de incendio o explosión .....	9
2.6.6.	Corrección de factor de potencia .....	10
2.7.	REDES SUBTERRÁNEAS .....	10
2.7.1.	Generalidades .....	10
2.7.2.	Materiales .....	10
2.8.	TRANSFORMADORES .....	11
2.9.	APARATOS DE MEDIDA .....	11
2.10.	BAJA TENSIÓN .....	12
2.10.1.	Condiciones generales .....	12
2.10.2.	Cuadros de baja tensión .....	12
2.10.3.	Bandejas portacables .....	14
2.10.4.	Canalizaciones .....	15
2.10.5.	Conductores .....	23
2.10.6.	Cableado para instrumentación .....	27
2.10.7.	Componentes y canalizaciones .....	28
2.10.8.	Aparata de mando y protección .....	30
2.10.9.	Batería de condensadores .....	34
2.10.10.	Receptores a motor .....	34
2.10.11.	Motores eléctricos .....	37
2.10.12.	Sistema de arranque y control de motores .....	37
2.10.13.	Motorreductores .....	37
2.10.14.	Variadores de frecuencia .....	38
2.10.15.	Actuador eléctrico .....	38
2.10.16.	Arrancadores .....	39
2.10.17.	Cuadros de protección y mando .....	40
2.10.18.	Receptores de alumbrado .....	41

2.10.19.	Alumbrado Interior, alumbrado exterior e iluminación y señalización de emergencia.....	42
2.10.20.	Método de cableado.....	44
2.11.	RED DE PUESTA A TIERRA.....	48
2.11.1.	Generalidades.....	48
2.11.2.	Red de toma de tierra.....	48
2.11.3.	Pozos de tierra.....	49
2.11.4.	Líneas principales de tierra.....	50
2.11.5.	Derivaciones y conductores de protección para toma de tierra.....	50
2.12.	CABLEADO DE FIBRA ÓPTICA.....	52
2.13.	GRUPO ELECTRÓGENO.....	52
2.14.	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	52
2.15.	CABLES.....	52
2.16.	APARAMENTA.....	54
2.17.	MOTORES.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
2.18.	ENSAYOS VARIOS.....	54
2.19.	PRUEBAS DE RECEPCIÓN. GENERAL.....	52
2.20.	ENSAYOS DE AISLAMIENTO.....	54
2.21.	ENSAYOS DE TENSIÓN.....	55
2.22.	ENSAYOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS DE INTENSIDAD.....	55
2.23.	MEDIDA DE RESISTENCIA DE TIERRA.....	55
2.24.	EFICACIA DE LA PROTECCIÓN DIFERENCIAL.....	55
2.25.	MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	56
2.26.	TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	56
2.27.	CUADROS DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA.....	56
2.28.	CIRCUITOS DE ALUMBRADO, TOMAS DE CORRIENTE, ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	57
2.29.	CONDUCTO DE BARRAS.....	57
2.30.	MOTORES.....	57
2.31.	PRUEBAS Y ENSAYOS DE OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES.....	58
2.32.	INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.....	58
3.	PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE.....	59
3.1.	PROCEDIMIENTOS A SEGUIR ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS.....	59
3.2.	PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN EL MONTAJE DE EQUIPOS.....	59
3.3.	MONTAJE DEL CABLEADO.....	60
3.4.	DERIVACIONES Y CONEXIONES.....	61
3.4.1.	Instalación subterránea.....	61
3.4.2.	Instalación aérea.....	62

---

4.	MEDICIÓN Y ABONO .....	63
5.	ESPECIFICACIONES EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	64



## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

El diseño y la instalación de los materiales cumplirán con los requisitos derivados de la aplicación de las siguientes disposiciones legales y Normas:

- Reglamento Electrotécnico para baja tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias: ITC BT.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad e centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (RAT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias: ITC RAT.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (RLAT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias: ITC LAT.
- Normas UNE (Unificación de Normativas Españolas), EN (Comité Europeo de Normalización) ISO (International Organization for Standardization) o CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique), que sean de aplicación.
- Recomendaciones IEC (International Electrotechnical Commission), que no hayan sido cubiertas por las anteriores.

Los equipos y materiales cumplirán con las especificaciones que se establecen a continuación:

- Todos los equipos eléctricos con protección frente a riesgo de explosión (Ex) dispondrán obligatoriamente de los certificados de conformidad o control que acrediten protección. Estos certificados estarán emitidos por un laboratorio acreditado de acuerdo con la ITC BT 29 del REBT.
- Todos los equipos eléctricos serán nuevos y suministrados por fabricantes homologados.
- En todos los equipos y materiales eléctricos, se fijarán en una posición claramente visible, placas de características adecuadas con los valores nominales y los datos importantes del equipo. Las placas serán de acero inoxidable y se sujetarán con tornillos o remaches del mismo material.
- Todos los componentes del sistema eléctrico se diseñarán para que sean capaces de soportar como mínimo la carga máxima impuesta por las más severas condiciones de servicio.
- La tornillería auxiliar para la fijación del material eléctrico será de acero inoxidable.

A continuación se adjunta el listado de reglamentación de obligado cumplimiento con carácter general con respecto a las instalaciones eléctricas:

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (REBT), aprobado por Decreto 842/2002, de fecha 2-08-2002 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT)
- Normas de referencia en el REBT.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC LAT).
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE), así como las órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC MIE RAT) sobre dicho reglamento.
- Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Normas de referencia en el MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte,



distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

A continuación se adjunta el listado de normativa de referencia en el diseño y fabricación y recomendaciones con carácter particular con respecto a cada tipo de instalación:

**a) Normativa de referencia y recomendaciones de diseño con respecto a los edificios prefabricados (centro de seccionamiento):**

- IEC 62271-202:2006 (UNE-EN 62271-202:2007). Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión
- Recomendaciones UNESA 1303A

**b) Normativa de referencia y recomendaciones de diseño con respecto a las celdas de media tensión:**

- IEC 62271-1:2007/A1:2011 (UNE-EN 62271-1:2009/A1:2011). Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
- IEC 62271-200:2011 Ed 2 (UNE-EN 62271-200:2005) Aparamenta bajo envoltente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- IEC 60265-1:1998 (UNE-EN 60265-1:1999) Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- IEC 62271-102:2001/A1:2011 Corr.:2012 (UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012) Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- IEC 62271-105 (UNE-EN 62271-105:2005) Aparamenta de alta tensión. Parte 105: Combinados Interruptor-fusibles de corriente alterna.
- IEC 62271-100:2008, Ed.2 (UNE-EN 62271-100:2011) Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
- IEC 60255-1:2009 (UNE-EN 60255-1:2010) Relés de medida y equipos de protección. Parte 1: Requisitos comunes.
- IEC 60529:2001 (UNE 20324:1993) Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- IEC 61958:2000 (UNE-EN 61958:2002) Conjuntos prefabricados de aparamenta de alta tensión. Sistemas indicadores de presencia de tensión.
- UNE-EN 62271-200:2005 (UNE-EN 62271-200:2005) Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envoltente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

**c) Normativa de referencia y recomendaciones de diseño con respecto a los transformadores secos**

- IEC 60726:1982/A1:1986 MOD (UNE-EN 60726:2003). Transformadores de potencia tipo seco.
- UNE 21538-1:2007. Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en baja tensión de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- IEC 60076-11:2004 (UNE-EN 60076-11:2005) Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.

**d) Normativa de referencia y recomendaciones de diseño con respecto al cable de media tensión**

- IEC 60502-2:2005 Ed. 2. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) a 30 kV ( $U_m = 36$  kV). Parte 2: Cables de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) hasta 30 kV ( $U_m = 36$  kV)
- UNE-HD 620-1:2010. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 1: Requisitos generales.

**e) Normativa de referencia y recomendaciones de diseño con respecto al cable de baja tensión**

- UNE 21123-4:2010. Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 4: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
- UNE 211002:2008. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
- IEC 60332-3-22:2000/A1:2008 (UNE-EN 60332-3-22:2009) Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A.
- UNE-EN 50267-2-1:1999. Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
- IEC 61034-2:2005 (UNE-EN 61034-2:2005) Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.
- UNE 211025:2010 Cables con resistencia intrínseca al fuego destinados a circuitos de seguridad.
- UNE-EN 50200:2007 Método de ensayo de la resistencia al fuego de cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.

**f) Normativa de referencia y recomendaciones de diseño con respecto a los cuadros eléctricos extraíbles**

- UNE-EN 61439-2:2012. Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 2: Conjuntos de aparata de potencia.
- IEC 61439-1:2011 (UNE-EN 61439-1:2012) Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- IEC/TR 61641:2008 (UNE-IEC/TR 61641:2011 IN) Conjuntos de aparata de baja tensión bajo envolvente. Guía para el ensayo en condiciones de arco debidas a un fallo Interno.

**g) Normativa de referencia y recomendaciones de diseño con respecto a los variadores**

- IEC 61800-1:1997 (UNE-EN 61800-1:1999) Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 1: Especificaciones de dimensionamiento para sistemas de accionamiento de potencia en corriente continua y baja tensión.
- IEC 1136-1:1992 MOD (UNE-EN 61136-1:1998) Convertidores de potencia de semiconductores. Sistemas eléctricos de accionamiento de velocidad variable. Requisitos generales. Parte 1: Especificación de los valores asignados, en particular

para accionamientos de motores de corriente continua.

- o IEC 61000-2-4:2002 (UNE-EN 61000-2-4:2004) Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-4: Entorno. Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia en las instalaciones industriales.

**h) Normativa de referencia y recomendaciones de diseño con respecto a las luminarias de alumbrado**

- o IEC 60598-1:2008 (UNE-EN 60598-1:2009) Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.
- o UNE-EN 13032-2:2007. Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 2: Presentación de datos en lugares de trabajo en Interior y en exterior.
- o UNE-EN 50172:2005. Sistemas de alumbrado de seguridad.

## **2. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LOS MATERIALES, Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Esta especificación describe los requisitos mínimos y generales de los equipos, materiales y montaje de la instalación eléctrica para el proyecto a realizar. Los detalles específicos del sistema eléctrico de cada instalación serán descritos en los diagramas eléctricos unifilares, requisitos, especificaciones y demás documentos que se generen.

La instalación eléctrica incluirá todo el equipo eléctrico de fuerza, alumbrado, tierra, comunicaciones, Interconexiones eléctricas, control, equipos consumidores de la energía eléctrica, sistemas de enclavamiento y automatismos.

Objetivos funcionales:

- Seguridad para el personal y las instalaciones.
- Fiabilidad.
- Criterios de selectividad y filiación en las protecciones
- Una operación correcta bajo cualquier posibilidad de maniobra o falta mediante equipos con capacidad de ruptura e intensidades nominales adecuadas a los niveles de aislamiento conformes con las tensiones del sistema.
- Máxima Intercambiabilidad del equipo y aparellaje.
- Facilidad de operación, maniobrabilidad y accesibilidad.
- Compatibilidad en la acometida, con las normas de Hidrocantábrico.
- Facilidad de mantenimiento.
- Fácil adición de cargas futuras.

### **2.1. GENERALIDADES.**

- Todos los equipos eléctricos con protección frente a riesgo de explosión (Ex) dispondrán obligatoriamente de los certificados de conformidad o control que acrediten su modo de protección. Estos certificados estarán emitidos por un laboratorio acreditado de acuerdo con la ITC BT 29 del REBT.
- Todos los equipos eléctricos serán nuevos y suministrados por fabricantes homologados.
- Tanto los materiales como la fabricación de los mismos estarán sujetos a inspección por LA

ADMINISTRACIÓN y/o sus representantes.

- En todos los equipos y materiales eléctricos, se fijarán en una posición claramente visible, placas de características adecuadas con los valores nominales y los datos importantes del equipo. Las placas serán de acero inoxidable y se sujetarán con tornillos o remaches del mismo material.
- Dependiendo del emplazamiento y de la envolvente del equipo, y previa aprobación por la ADMINISTRACIÓN, podrán utilizarse placas de plástico laminado blanco, tipo fantasisit, pegadas sobre la envolvente.
- Todos los componentes del sistema eléctrico se diseñarán para que sean capaces de soportar como mínimo la carga máxima impuesta por las más severas condiciones de servicio.
- La tornillería auxiliar para la fijación del material eléctrico será de acero inoxidable.

## 2.2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

- Todos los equipos eléctricos con protección frente a riesgo de explosión (Ex) dispondrán obligatoriamente de los certificados de conformidad o control que acrediten su modo de protección. Estos certificados estarán emitidos por un laboratorio acreditado de acuerdo con la ITC BT 29 del REBT.
- El proyecto incluirá una clasificación de zonas en atmósferas explosivas, de acuerdo al Real Decreto 681/2003, de 12 de junio 15.
- La clasificación de áreas con riesgo de explosión se hará de acuerdo con la norma UNE-EN 60079-1016.
- Los límites de las áreas peligrosas se establecerán también conforme a la Norma UNE-EN 60079-10.
- Todos los materiales eléctricos utilizados dentro de estas zonas clasificadas, deberán poseer una declaración de conformidad extendida por un laboratorio acreditado, de acuerdo con una norma UNE, con una norma europea EN o con una recomendación IEC.

## 2.3. DERECHOS DE ACOMETIDA

Este apartado corresponde a los derechos a abonar relativos a la acometida a instalaciones existentes y que el concesionario de servicios exige.

Se incluirán los trabajos necesarios de: refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente, incluyendo: Ampliación de derechos de enganche, acometida eléctrica, proyecto, pago de tasas de tramitación y aprobación de industria, OCA's, marcado de cajas, introducción de expedientes en sistema, desconexionados, grupo electrógeno temporal, desmontaje de instalaciones existentes y temporales, transportes y cargas a vertederos autorizados, conversiones aéreo-subterráneo (si procede), canalizaciones-tendidos, cableados, toma tierras, cambio/modificación de centro de transformación intemperie (todo tipo), transformador de potencia necesaria, aportación de material especial, maniobra descargo red, colocación conjunto terminales en punta cable, señalizaciones necesarias ,etc.

## 2.4. ACOMETIDA ELÉCTRICA

El punto de conexión con la red de distribución de la instalación definitiva deberá cumplir las normas particulares de la compañía suministradora, atendiendo siempre al Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y en las ITC LAT.

Se incluirá un equipo integrable en el sistema de supervisión que analice la calidad del suministro y capaz de registrar los principales parámetros eléctricos de la instalación.

Los parámetros de diseño de las líneas de media tensión serán al menos:

- Tensión (V): 20.000

- C.d.t. máx. (%): 5
- Cos  $\varphi$ : 0.9
- Coef. Simultaneidad: 1

Los parámetros en conexiones de BT será de:

- Tensión (V): 400V
- C.d.t. máx. (%): 5
- Cos  $\varphi$ : 0.9
- Coef. Simultaneidad: 1

## 2.5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Se instalarán los centros de transformación necesarios para la alimentación de los receptores, dimensionados para suministrar la totalidad de la potencia instalada siempre que no se distribuya la potencia en baja tensión.

Los centros de transformación estarán unidos en uno o varios anillos, con los elementos de Interconexión necesarios.

Debido a las peculiaridades de cada instalación, esta especificación se complementará con los diagramas unifilares desarrollados para cada caso. De existir discrepancia entre ambos documentos, prevalecerá lo indicado en los diagramas.

En general, los sistemas serán de esquema IT en media tensión y TT en baja tensión, con las características que para cada uno de ambos esquemas se definen en la ITC BT 08 del REBT.

Las tensiones de utilización serán las adecuadas a cada uno de los sistemas eléctricos proyectados. En general, 22 kV en media tensión y 230/400 V en baja tensión. La frecuencia en la corriente alterna será de 50 Hz.

## 2.6. MEDIA TENSIÓN

### 2.6.1. Transformadores de potencia

Serán de aplicación la versión vigente de las Ordenanzas, Reglamentos, Códigos y Normas que se citan, con carácter no limitativo:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, con las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE RAT.
- Normas UNE grupos 7, 14, 20, 21, 36, 37 y 38.
- Normas Europeas (EN) grupo 50.
- Documentos de Armonización (HD) del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
- Publicaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional que no hayan sido incorporadas a Normas UNE.
- Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión con las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT.

Los transformadores serán construidos conforme a la norma UNE-EN 6007617.

Los transformadores de potencia serán de tipo seco encapsulado, clase F para instalación Interior, clasificación F1, C2, E2.

En general, la conexión de los transformadores será en triángulo el primario y en estrella el secundario.

Los transformadores dispondrán de reguladores en vacío en el primario, accionados desde el exterior.

Los transformadores estarán dimensionados de forma que su carga de operación nominal como conjunto, no exceda del 75% de su capacidad nominal.

Serán, preferiblemente, de la misma potencia.

La Interconexión de baja tensión entre los transformadores se realizará mediante canalización eléctrica prefabricada, con IP 55.

### **2.6.2. Celdas de media tensión**

Los centros de seccionamiento y transformación estarán compuestos por celdas modulares equipadas con aparataje que utilice el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) o el vacío como agente de corte, bajo envolvente metálica.

En el diseño y ejecución de estos centros se atenderá a lo dispuesto en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, Las celdas cumplirán las normas UNE-EN 6029818, IEC 6227119, IEC 6026520 e IEC 6069421.

Las celdas de protección de anillo serán motorizadas y estarán equipadas con disyuntor, seccionador de puesta a tierra y relé electrónico con protección 50/51, 50N/51N y medida, integrable en el sistema de supervisión.

Las celdas de protección y de transformador serán motorizadas y estarán equipadas con disyuntor, seccionador de puesta a tierra y relé electrónico con protección 50/51 y medida, integrable en el sistema de supervisión.

Las celdas de entrada y salida de línea serán motorizadas y estarán equipadas con Interruptor en carga y seccionador de puesta a tierra integrable en el sistema de supervisión.

Tanto las celdas como las puertas de acceso a los centros de seccionamiento y centros de transformación contarán con los enclavamientos necesarios para impedir maniobras incorrectas y acceso a partes en tensión.

Las intensidades nominales y poderes de corte estarán acorde con la arquitectura propuesta.

### **2.6.3. Toma Tierra**

#### **2.6.3.1. Tierra de servicio.**

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida.

Se efectuará mediante seis (6) picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro clavadas y unidas eléctricamente entre ellas con un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV, en el Interior de un tubo de PVC protegido contra daños mecánicos.

El diseño preliminar se ha realizado según las configuraciones del método de cálculo UNESA para centros de transformación de tercera categoría. La configuración seleccionada ha sido el número 5/62:

- Disposición geométrica Picas en hilera
- Profundidad 0.5 m.
- Número de picas 6
- Separación entre picas 3 m.

- Longitud de las picas 2 m.
- Sección del conductor 50 mm<sup>2</sup>.

### **2.6.3.2. Tierras Interiores**

Las tierras Interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra Interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado de Tierras de protección, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra Interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado de Tierras de Servicio, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 m.

### **2.6.4. Medida de la energía eléctrica**

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores dispondrá de las dimensiones y características exigidas por el Concesionario eléctrico. Estará equipado de los siguientes elementos:

- Contador
  - o La medición de la energía activa y reactiva se realizará mediante un contador electrónico combinado, del tipo estático multifunción, que actúa asimismo como un tarifador.
  - o Considerando el punto de medida de Tipo 1, las clases de precisión deberán ser 1 para la medida de energía activa y = 3 para la medida de energía reactiva.
  - o El sistema de medida será a 4 hilos, por lo que los contadores serán también a v4 hilos.
  - o El calibre de los contadores será 5 (7.5) A, y su tensión de referencia será de 3 x 63.5/110 V.
  - o Dispone de registros de máxima energía activa demandada para los períodos de punta, llano y valle. Cada registro de máxima almacena el máximo valor demandado así como la hora y fecha en que se produjo. Registra cortes en la tensión de alimentación, y discrimina las máximas registradas en las veinticuatro horas posteriores a éstos. Registra hasta 16 cortes. Triángulo de fijación: 230 mm del punto superior a los inferiores, y 150 mm. entre los puntos inferiores (según DIN 43857).
- Protección contra penetración de polvo y agua:
  - o IP 51
  - o Clase de precisión: Clase 1 para energía activa Clase 2 para energía reactiva
  - o Periodo de integración: Programable entre 2, 5, 10, 15, 20,30 y 60 min.
  - o Puesta a cero máximo:
    - o Manualmente con pulsador precintable.
    - o Automático el día hora programado.
    - o Mediante comunicación.

- Número de máxímetros: Hasta 3.
- Funciones adicionales:
  - Detección de cortes de red
  - Activación relé cuando se prevea sobrepasar la máxima, y programable en función periodos tarifarios.
- Regleta de verificación

Permitirá la verificación y/o sustitución del contador, sin cortar la alimentación del suministro. Cumplirá con las siguientes funciones:

Realizar tomas adecuadas para los aparatos de comprobación, con el fin de verificar el contaje de la energía consumida y otros parámetros.

Abrir los circuitos de tensión y cortocircuitar los circuitos de intensidad, para poder Intervenir sin peligro (montar, desmontar) los contadores, y demás elementos de control del equipo de medida.

La regleta de verificación estará protegida por una tapa precintable que impida la manipulación de sus bornas. Dicha tapa será de material transparente, no propagadora de la llama ni del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos.

Sus bornas serán seccionables, con capacidad para la conexión de conductores de cobre hasta 10 mm<sup>2</sup> y fijadas de tal manera que se impida el giro o desplazamiento en la Intervención sobre las mismas. El paso de las bornas será de 10 mm como mínimo, e irá acompañada de su esquema de composición e instrucciones de uso indicando claramente los bornes de tensión, entradas y salidas de intensidad, y rotulación de fases.

- Conductores de unión

La unión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo de contaje se realizará mediante conductores de cobre, unipolares y semiflexibles, sin conexiones ni empalmes Intermedios, y formando un conjunto para el circuito de intensidad y otro para el de tensión, debiendo canalizarse ambos conjuntos separadamente.

La cubierta de los conductores será de material termoestable, no propagador de la llama ni del incendio, de baja emisión de humos y libre de halógenos. El conexionado se realizará con terminales preaislados apropiados a las bornas de transformadores de medida y regleta de verificación, siendo de punta los destinados a la conexión de la caja de bornas del contador.

Tendrán una tensión de aislamiento de 750 V, y sus colores identificativos serán negro para la fase R, marrón para la fase S, gris para la fase T, azul claro para el neutro y amarillo-verde para el tierra.

Sección de los conductores de unión:

- Entre los secundarios de los transformadores de medida y la regleta de verificación:
  - Tensión 2.5 mm<sup>2</sup> 4 mm<sup>2</sup>
  - Intensidad 4 mm<sup>2</sup> 6 mm<sup>2</sup>
- Entre la regleta de verificación y el equipo de contaje:
  - Tensión 1.5 mm<sup>2</sup>
  - Intensidad 4 mm<sup>2</sup>

Los correspondientes tubos protectores del circuito de tensión e intensidad serán de PVC, de grado mínimo de protección 7, con un diámetro de 21 mm.

### **2.6.5. Material eléctrico en las zonas con riesgo de incendio o explosión**

La zona húmeda del tanque de tormenta constituye una zona potencialmente explosiva a causa de los gases procedentes de las aguas residuales, como pueden ser metano, sulfuro de hidrógeno,



amoníaco, entre otros.

Atendiendo a la Directiva ATEX 94/9/CE, clasificamos la atmósfera presente en el local sala de bombas como zona 1, lugares cuya atmósfera se compone de aire y gas o polvos inflamables de forma ocasional durante la operación normal.

En función de los gases inflamables presentes en la atmósfera y su temperatura de inflamabilidad, los equipos eléctricos instalados en el local sala de bombas deberán ser aptos para zona 1, con modo de protección mediante envolvente antideflagrante.

Todos los materiales a utilizar en dichos locales dispondrán del marcado Ex; indicativo de material para atmósferas explosivas.

#### **2.6.6. Corrección de factor de potencia**

Con objeto de cumplir la reglamentación vigente y ahorrar energía, se instalarán equipos de compensación de energía reactiva. Serán fijos para los transformadores y automáticos mediante regulador, para la instalación de baja tensión.

Contarán con condensadores sobredimensionados a 480 V, inductancias antiarmónicos y protección individual de cada escalón por magnetotérmicos

El factor de potencia mínimo aceptable para el conjunto de la instalación eléctrica será de 0,91.

### **2.7. REDES SUBTERRÁNEAS**

#### **2.7.1. Generalidades.**

La preparación y protección de conducciones eléctricas estará formada por: la cama de arena de asiento para alojar los tubos conductores, cuyas disposiciones y dimensiones quedan descritas en el siguiente artículo de pliego.

Todos los materiales serán de la mejor calidad de las existentes en el mercado, debiendo ser aprobado su uso por la Dirección Facultativa.

Los conductores irán alojados bajo tubo de PVC Ø 200 mm. o tubo de hormigón Ø 160 mm según cálculos eléctricos.

#### **2.7.2. Materiales.**

- Arena para lecho: Serán del tipo silíceas y con la humedad necesaria para su compactación, que deberá alcanzar el noventa por ciento (90%) Proctor; su composición granulométrica será, en proporción en peso: granos gruesos, entre 2 y 5 mm., el 50%; granos medios, entre 0.5 y 2 mm., el 25% y el resto, granos finos.

Las arenas deberán estar limpias de sustancias terrosas o extrañas, así como de piedras de bordes cortantes u otros cuerpos que puedan perjudicar a los cables.

- Relleno de resto de zanja. Será terreno natural compactado.
- Tubos de PVC:
  - o Material: PVC, dos capas.
  - o Rigidez dieléctrica: 14 KV/mm.
  - o Grado de protección mecánica: 7
  - o Estanco, estable hasta 60°C.
- Hormigón HM-20/P/20/IIa

## 2.8. TRANSFORMADORES

Las características del transformador:

- El transformador será construido conforme a la norma UNE-EN 6007617.
- El transformador de potencia será de tipo seco encapsulado, clase F para instalación Interior, clasificación F1, C2, E2.
- En general, la conexión de los transformadores será en triángulo el primario y en estrella el secundario.
- El transformador dispondrá de reguladores en vacío en el primario, accionados desde el exterior.
- El transformador estará dimensionado de forma que su carga de operación nominal como conjunto, no exceda del 75% de su capacidad nominal.
- La Interconexión de baja tensión entre los transformadores se realizará mediante canalización eléctrica prefabricada, con IP 55.

## 2.9. APARATOS DE MEDIDA

- Transformadores de Medida de Baja Tensión
  - o Los transformadores de intensidad deberán estar contruidos según lo especificado en la Norma UNE-EN 60044 y dimensionados de forma que puedan soportar 1,2 veces la intensidad secundaria normal y durante quince minutos (15 m), 1,5 veces dicha intensidad.
  - o Se pueden emplear dos tipos de transformadores de intensidad de diferente clase de precisión; unos aplicados para alimentar las bobinas amperimétricas de los contadores de medida y otros para la alimentación de los aparatos de medida o protección. Se indicará la clase de los transformadores a utilizar para su aceptación.
  - o El núcleo magnético será de chapa de grano orientado, de gran permeabilidad a las pequeñas inducciones.
  - o El montaje en los cuadros, siempre que sea posible, se realizará sobre los propios juegos de barra por lo que deberán estar previstos para tal efecto.
- Amperímetros
  - o Los amperímetros electromagnéticos serán especialmente apropiados para medidas de intensidades en circuitos de corriente alterna; cumplirán con lo establecido en la norma UNE 21318.
  - o Los amperímetros podrán ir dispuestos en cajas de las dimensiones adecuadas, perforadas para montarse empotradas en cuadros; dispondrán de corrector de cero. La construcción deberá ser de gran solidez, debiendo ofrecer seguridad para el correcto estado de las medidas. Deberán resistir cincuenta (50) veces la intensidad nominal durante un segundo (1 s).
  - o Las conexiones deberán estar previstas, según los casos, para conectarse directamente a la red o transformadores de intensidad. Cuando se conectan a transformadores, la escala corresponderá a la corriente que realmente circule por el primario del transformador y el valor de la carga normal deberá estar en el centro de la escala.
- Voltímetros
  - o Los voltímetros deberán ser electromagnéticos y estar previstos para medir valores de tensión. Se dispondrán en cajas de características similares a las descritas para los amperímetros. Dispondrán de corrector de cero y su situación de conexión será directa a la red. Cumplirán con lo establecido en la norma UNE 21318.
- Frecuencímetros

- Los frecuencímetros deberán ser de lengüetas, con una precisión de  $\pm 0,5$  % del valor nominal. Se podrán instalar en cajas análogas a las utilizadas en los amperímetros y voltímetros, previstos para montaje empotrado en cuadro. Cumplirán la Norma UNE 21318 y su conexión se efectuará directamente a la red o mediante transformadores de medida.
- Sistemas de barras
  - Las barras serán de cobre electrolítico, de dimensiones normalizadas, totalmente estañadas y pintadas con esmalte sintético en los colores establecidos en el Código Internacional para Baja Tensión.
  - El calibre será el adecuado a las intensidades nominales y de cortocircuito, sin calentarse más el veinticinco (25 %) sobre una temperatura ambiente de cuarenta grados centígrados (40° C) en el interior del cuadro.
  - La sujeción de las barras se hará mediante portabarras de permalí o esteatita para seiscientos voltios (600 V), estando calculado el conjunto para resistir esfuerzos dinámicos de cortocircuito correspondientes a los valores calculados.
  - Toda la tornillería a emplear, tanto en empalmes como en derivaciones, será de latón, con doble tuerca y arandela del mismo material.
- Puesta a tierra
  - Se montará en parte visible, y a todo lo largo del cuadro si éste consta de varios módulos, una pletina de cobre de treinta por tres milímetros cuadrados (30 x 3 mm<sup>2</sup>) de sección mínima, unida a la red de tierra, y a la que se llevarán conexiones de todas las carcassas, chasis y cualquier otra pieza metálica del equipo del cuadro que normalmente no deba estar en tensión.

## 2.10. BAJA TENSIÓN

### 2.10.1. Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la UTE, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo la UTE derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto a la UTE la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

### 2.10.2. Cuadros de baja tensión.

- Deberán estar sometidos a las pruebas exigidas por las normas UNE-EN 6043922 y UNE 2032423.
- Los cuadros serán de envolvente de chapa de acero laminada.
- Los cuadros generales de distribución y los CCM serán de tipo extraíble. Los cuadros secundarios de distribución, podrán ser de tipo fijo.
- La compartimentación será de forma 4b para los cuadros eléctricos de distribución según UNE-EN

60439-1 y para los CCM.

- El grado de protección del conjunto será IP 42, según UNE 20324.
- Los cuadros podrán ser ampliados por ambos extremos sin que se precise efectuar ninguna operación de corte, taladro o soldadura en la estructura del cuadro. Las chapas del cerramiento lateral estarán atornilladas y las barras generales dispondrán en sus extremos unos taladros rasgados para su prolongación.
- En todos los cuadros se dejará un espacio vacío, en reserva para futuras ampliaciones, equivalente al 30% del espacio total.
  - Los aparatos de protección de los cuadros generales de distribución estarán conectados al sistema de supervisión y aportarán datos de medidas y estados.
  - Rótulos. Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente y en la parte Interior de cada celda.
  - Las etiquetas serán de plástico de color blanco con las letras de 6 mm de altura, grabadas en negro.
  - Los componentes de control como relés auxiliares, aparatos de medida, fusibles, etc, se identificarán según los diagramas de cableado. Se asegurará la fijación firme de estas identificaciones.
  - Las bornas de control serán del tipo seccionable.
  - El cableado Interior se realizará mediante cable flexible, de una sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup> para mando y 2,5 mm<sup>2</sup> para fuerza. En el conexionado se emplearán terminales preaislados y sus extremos irán debidamente referenciados, con indicación de conexión/equipo, origen y destino.
  - No se admitirá la conexión de más de un conductor en cada borna.
  - Todo el material utilizado (cables, canaletas, bornas, etc.) será no propagador de la llama y con baja emisión de gases y humos, tóxicos y corrosivos, según UNE-EN 6033224 y UNE 5026725.
  - En la parte inferior del armario se instalará una barra de tierra horizontal en pletina de cobre con sección de acuerdo al REBT, identificada con los colores verde-amarillo, para realizar la puesta a tierra de todas las partes sin tensión de los equipos.
  - Equipo eléctrico de cuadros. Serán todos del mismo fabricante. Se aceptarán únicamente materiales de fabricantes de primera calidad, autorizados por la Dirección de Obra:
    - o Seccionadores.
    - o Interruptores manuales.
    - o Interruptores magneto térmicos.
    - o Diferenciales.
    - o Interruptor diferencial.
    - o Transformadores toroidales y relé auxiliar.
    - o Contactores.
    - o Relés térmicos y auxiliares.
    - o Indicadores, amperímetros, voltímetros, frecuencímetros.
    - o Conmutadores de amperímetros y voltímetros.
    - o Selectores e Interruptores.
    - o Pulsadores.

- Lámparas señalización.
- Contactores-disyuntores integrales.
- Embarrados.
- Se dispondrán analizadores de red, de forma que sea posible la medición de los parámetros eléctricos en cada uno de los procesos. Estos equipos tendrán comunicación con el sistema de control de la planta.
- Se dotarán diferenciales con rearme automático a los cuadros de PLCs y alimentaciones de estaciones remotas del sistema de telemando y telecontrol.
- Las barras principales serán de cobre electrolítico de alta conductividad, de sección adecuada para la intensidad de servicio continuo y de cortocircuito y estarán protegidos contra el sulfhídrico.
- Las barras principales, uniones, tornillos, soportes, etc., deberán estar dimensionadas de forma que soporten los efectos dinámicos resultantes del valor de cresta de la intensidad de cortocircuito.
- Los cuadros generales y CCM serán accesibles por la parte trasera, con un pasillo libre aproximadamente de un metro, y con espacio para ampliaciones laterales. En caso de salas eléctricas reutilizadas se mantendrá en la manera de lo posible dichos criterios.
- Los cuadros generales y CCM serán instalados en bancadas metálicas para la instalación de suelo técnico de 50cm de altura.

### **2.10.3. Bandejas portacables.**

- Las bandejas porta cables podrán ser de PVC (no en exterior), o material inoxidable. Para el Interior, también podrá utilizarse acero galvanizado en caliente, siempre que no estén situadas en zonas con riesgo de corrosión por la humedad del ambiente.
- Deberán ser conformes a las normas UNE-EN 6153726 y UNEEN 5008527. Las características en cada caso deberán ser:
  - a) Bandejas aislantes:
    - Las bandejas aislantes estarán construidas a base de poliéster reforzado con fibras de vidrio (PRFV) o policloruro de vinilo (PVC) con resistencia al fuego M1 según UNE-EN 2372728.
    - Los accesorios de montaje, como soportes, uniones, codos, estarán fabricados en el mismo material. La tornillería de fijación será de acero inoxidable A4.
    - Las bandejas tendrán con un espesor inferior a 2 mm. La altura de sus laterales será de un mínimo de 60 mm.
    - El general tendrán el fondo ranurado y la tapa lisa.
  - b) Bandejas metálicas:
    - Serán de acero inoxidable o estarán protegidas contra la oxidación mediante galvanizado en caliente.
    - Serán bandejas con un espesor de chapa inferior a un milímetro. La altura de sus laterales será de un mínimo de 40 mm.
    - La unión entre dos tramos diferentes se hará mediante piezas de acoplamiento prefabricadas.
    - Por regla general, se preferirá la utilización de bandejas perforadas, con el fin de evitar la acumulación de polvo y favorecer, al mismo tiempo, la refrigeración de los conductores.

- Se respetará un espacio de reserva del treinta por ciento (30%) de la capacidad de las bandejas dada por el número de cables a instalar para futuras ampliaciones.
- El proyecto respetará las cargas máximas recomendadas por el fabricante, para las bandejas y sus soportes.

#### **2.10.4. Canalizaciones**

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el Interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

La unión de tubos entre sí se hará con manguitos del mismo material y acabado, debiendo quedar los tubos a tope sin que se vea ningún hilo de rosca.

En los cruces con juntas de dilatación de edificios, deberán Interrumpirse los tubos, quedando los extremos separados entre sí cinco centímetros y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes o tubos flexibles de PVC ó de acero, según su caso, de similar resistencia mecánica acoplados con racores.

Las canalizaciones constituidas por tubos flexibles serán en una sola tirada. Si la distancia a tender fuera excesiva se procederá a Intercalar un registro intermedio. En ningún caso se usarán dos piezas de tubo puestas una a continuación de la otra.

##### **2.10.4.1. Conductores aislados bajo tubos protectores**

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie Interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN

50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro Interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

- Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	1-2	Continuidad
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D DD1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección Interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

- Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

- Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos DD1 mm	4	Contra objetos D
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas agua cayendo verticalmente
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección Interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada

Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

b) Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección Interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

- Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	
Continuidad/aislado		
Resistencia a la penetración de objetos sólidos DD1 mm	4	Contra objetos D
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección Interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador



Resistencia a las cargas suspendidas 2 Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

- Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 450 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos DD1 mm	4	Contra objetos D
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección Interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

- Instalación.
  - o Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.
  - o El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.
  - o Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:
  - o El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
  - o Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
  - o Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
  - o Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el Interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado Interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento Interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su Interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el Interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
  - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
  - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
  - En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
  - Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
  - Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
    - En la instalación de los tubos en el Interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.  
En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el Interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros

#### **2.10.4.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes**

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### **2.10.4.3. Conductores aislados enterrados.**

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

#### **2.10.4.4. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras**

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

#### **2.10.4.5. Conductores aislados en el Interior de la construcción**

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el Interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el Interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

#### **2.10.4.6. Conductores aislados bajo canales protectoras**

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su Interior se podrán colocar mecanismos tales como Interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su Interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración	4	No inferior a 2 objetos sólidos
Resistencia a la penetración		No declarada de agua
Resistencia a la propagación		No propagador de la llama

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible

#### **2.10.4.7. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas**

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, t, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

#### **2.10.4.8. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas**

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

#### **2.10.4.9. Accesibilidad a las instalaciones**

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, Interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

#### **2.10.4.10. Tubos flexibles de PVC**

La fórmula de composición de la materia base de los tubos serán resinas termoplásticas de policloruro de vinilo con la adición de las cantidades requeridas de estabilizantes, pigmentos y lubricante.

No deberán ser afectados por las lejías, sales, álcalis, disolventes, alcoholes, grasas, petróleo ni gasolina, resultando igualmente inatacados caso de hallarse instalados en ambientes corrosivos sean cuales fueren los medios que los produzcan y el grado de poder corrosivo que alcancen.

No deberán ser inflamables ni propagadores de la llama. Su rigidez dieléctrica deberá ser de 270 KV/cm.

Serán de doble capa o en cualquier caso del tipo reforzado (grado de protección 7).

Los radios de curvatura mínimos serán:

Tubo de 16 mm. ....	86 mm.
Tubo de 23 mm. ....	115 mm.
Tubo de 29 mm. ....	140 mm.
Tubo de 36 mm. ....	174 mm.
Tubo de 50 mm. ....	230 mm.
Tubo de 65 mm. ....	300 mm.
Tubo de 80 mm. ....	370 mm.
Tubo de 100 mm. ....	460 mm.
Tubo de 125 mm. ....	575 mm.
Tubo de 160 mm. ....	750 mm.

#### **2.10.5. Conductores**

##### **2.10.5.1. Materiales**

La totalidad de cableado de fuerza y maniobra se realizará teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

Las secciones de los conductores se determinarán de acuerdo al R.E.B.T. en sus instrucciones complementarias ITC-BT-06 (para conductores de tensión nominal de aislamiento de 1000 V instalados al aire), ITC-BT-07 (tensión de aislamiento de 1000 V en instalación enterrada) e ITC-BT-19 (instalaciones Interiores prescripciones generales).

En cada zona de la edificación existirá como mínimo, una base enchufe mural estanca de 3P+T de 33 A para servicios auxiliares.

Todas las conexiones dentro de las cajas de derivación estancas, se realizarán por medio de bornas.

De proyectarse instalación de cable no empotrado, contará con su correspondiente protección mecánica.

Para la alimentación a las bombas sumergibles se utilizará cable eléctrico con las especificaciones técnicas siguientes: apantallado, resistente al agua y adecuado para su uso en atmósferas con riesgo de incendio o explosión.

Las intensidades máximas admisibles serán las correspondientes a las cargas previstas según las tablas de Intensidades máximas admisibles de las citadas instrucciones, teniéndose en cuenta además los factores de corrección por agrupamiento y temperatura, para el presente caso, se considerará la temperatura ambiente de 30°C.

La carga de rotura del cable ya acabado no será inferior a treinta 30 kg/mm<sup>2</sup>, de sección, y el alargamiento permanente en el momento de producirse la rotura no será inferior al veinte por ciento (20%).

Con carácter general se emplearán cables de alta seguridad libres de halógenos, no propagadores del incendio (según UNE 5026632), con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos (según UNE 50267) y con producción de humo de baja opacidad (según UNE 6103433).

Cuando los cables discurren al aire o sobre bandeja tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV, respondiendo a los tipos RZ1-K (AS) o DZ1-K (AS), según UNE 21123, partes

434 y 535, respectivamente. Cuando se trate de instalaciones bajo tubo podrán emplearse cables de tensión asignada de 450/750 V, que responderán al tipo H07Z1-K (AS), según UNE 21100236.

En el caso particular de los circuitos de alumbrado de emergencia no autónomo, alarma, control, comunicaciones O cualquier otro elemento de seguridad se emplearán cables resistentes al fuego (según UNE EN 5020037), que responderán al tipo SZ1-K (AS+), según UNE 21102538.

En el caso particular de las acometidas a maquinas que se instalen sin protección de tubo, el cable empleado será multipolar, con tensión de aislamiento 0,6/1 kV y armado, respondiendo al tipo RZ1MZ1-K (AS), según UNE 21123. En caso contrario se emplearán conductores de uso general protegidos con tubo anillado mecanizado mediante racores de tipo judodix.

En cualquier caso, los conectores estarán dimensionados, para la intensidad de arranque del motor, estarán protegidos para IP 68 y dispondrán de características antideflagantes y antiexplosivas acordes a la clasificación del proyecto para cada zona.

En el caso particular de equipos portátiles o móviles se utilizarán cables con cubierta de policloropreno que responderán al tipo H07ZZ-F (AS), según UNE 2102739.

En cada caso, las intensidades permanentes máximas serán las que prescriba la Instrucción ITC BT 19 (Instalaciones Interiores o receptoras. Prescripciones generales).

Los cables de alimentación se dimensionarán de acuerdo con las siguientes condiciones mínimas:

Los cables se dimensionarán para limitar la caída de tensión debida a las cargas iniciales como sigue:

- Cables de alimentación: 1% de la tensión nominal.
- Tensión en los terminales del motor: como máximo 3% de la tensión nominal con la carga normal de operación.
- Alumbrado: 3% de la tensión nominal de la lámpara.
- 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de

funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación Interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.
- La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación
- Para los circuitos de media tensión, la sección de los cables vendrá impuesta por la más desfavorable de las siguientes condiciones: el nivel de cortocircuito del sistema eléctrico o la carga del circuito.
- Cuando se instalen dos o más cables en paralelo, debido a las exigencias de la carga o la caída de tensión, los cables no se dimensionarán para el nivel total de cortocircuito, excepto para faltas propias.
- Las secciones mínimas para los cables de baja tensión serán las siguientes:
  - o Fuerza: 2,5 mm<sup>2</sup>
  - o Alumbrado: 2,5 mm<sup>2</sup>
  - o Control: 1,5 mm<sup>2</sup>
  - o Alumbrado exterior: 6 mm<sup>2</sup>
  - o Tomas de corriente y motores fraccionales: 2,5 mm<sup>2</sup>
- No se podrán combinar cables a diferentes tensiones dentro de un mismo multiconductor, excepto para control de motores, enclavamientos eléctricos, etc.
- Los factores de corrección para el dimensionado de los cables estarán de acuerdo con las normas UNE aplicables y con las recomendaciones del fabricante. Para unificar criterios en el diseño, se utilizará un coeficiente de agrupamiento para cable de baja tensión de 0,5 enterrado en zanja y 0,7 para cable aéreo.
- Los terminales de los cables serán del tipo de presión sin soldadura.

#### 2.10.5.2. Códigos de colores

Los conductores de baja tensión para corriente alterna se identificarán por el siguiente código de colores:

Fase R.....	Marrón
Fase S.....	Negro
Fase T.....	Gris
Neutro.....	Azul ultramar
Tierra.....	Verde-amarillo

El color de la cubierta exterior de los cables será:

Media Tensión.....	Rojo
Baja Tensión.....	Negro

#### 2.10.5.3. Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa



intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación Interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.
- La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC- BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.
- Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

#### 2.10.5.4. Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 2.10.5.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación continua (V)	Tensión ensayo corriente
Resistencia de aislamiento (MD)	
MBTS o MBTP	250 DD0,25
DD500 V	500 DD0,50
> 500 V	1000 DD1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno

de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los Interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### **2.10.6. Cableado para instrumentación**

Esta especificación cubre los requisitos de cableado y las consideraciones de diseño que se refieran a sistemas de señales de instrumentación tales como instrumentos electrónicos, termopares, alarmas, termómetros de resistencia, niveles, alimentaciones y todos los sistemas de seguridad intrínseca.

El cableado entre los CCM y los instrumentos en campo será mediante multicables, que terminarán en campo.

El cableado entre las cajas de derivación y los instrumentos será por cable armado de dos o tres conductores apantallados y trenzados. En ciertos casos, cuando un número suficiente de instrumentos estén centralizados en una zona concreta, se podrá situar una segunda caja próxima a éstos, conectándose ésta con la anterior mediante multicable y con los instrumentos con cable simple de dos o tres conductores.

Todas las entradas de cables deberán evitar posibles focos de fuego y/o altas temperaturas, aislándose convenientemente cuando esto sea posible.

Las cajas de conexión deberán ser localizadas de modo que la Interconexión entre éstas y los instrumentos locales tenga el menor recorrido posible.

El recorrido de cables simples entre cajas de conexión e instrumentos será aéreo. Todo el cableado aéreo se realizará en tubos de acero.

La instalación bajo conduit no será requerida excepto en los Interiores de los paneles locales y cuando sea utilizado será de acero rígido galvanizado en caliente por inmersión, con rosca NPT y boquillas de protección de plástico

El conduit rígido cumplirá con la norma ANSI C-80.1.

Los multicables serán previstos con reserva suficiente al inicio del diseño. No menos del 25% de reservas se preverá para el momento de arranque de la planta para posibles aplicaciones y mantenimiento. Todos los pares de reserva serán conectados y perfectamente identificados en la sala de control y en las cajas de derivación.

Las cajas de derivación tendrán agujeros suficientes para permitir que todas las reservas puedan ser utilizadas cuando se considere oportuno, siempre garantizando los niveles de protección mínimos IP 65.

Cada multicable tendrá un par de hilos telefónicos que serán conectados en ambos extremos, esto es, en la caja de derivación y en la sala de control.

Entre los cables de instrumentos y las fuentes posibles de Inteferencias (Interruptores, paneles de contactores, paneles de control de motores, rectificadores, transformadores y máquinas rotativas) se mantendrá la máxima separación posible. Como regla general, un mínimo de 3 metros se debe dejar entre las fuentes de posibles Inteferencias y los terminales abiertos de los instrumentos.

Todos los equipos eléctricos generadores de ruido o Inteferencias, deberán ser cubiertos con una envoltura metálica siempre que sea posible.

Los racks que contengan regletas de terminales para instrumentos deberán ser totalmente metálicos.

Entre cables de instrumentos y cables de potencia, en recorridos paralelos, se mantendrá la máxima separación posible.

En el caso de instrumentos especiales, tales como analizadores, niveles en tanques, etc., los cables se suministrarán en estricto acuerdo con la especificación requerida por el fabricante del equipo. Estos cables especiales se proveerán, en cualquier caso, con pantalla, armadura y cubierta exterior

resistente a la humedad de acuerdo con los requisitos generales de esta especificación.

Todos los cables de instrumentos deberán ser instalados en una sola tirada, sin empalmes de ningún tipo

### **2.10.7. Componentes y canalizaciones**

#### **2.10.7.1. Canaletas**

- La canalización Interior se realizará con tubo rígido de PVC y bandeja lisa con tapa de PVC. Deberán ser conformes a las normas UNE-EN 6153726 y UNEEN 5008527. Con resistencia al fuego M1 según UNE-EN 2372728. Los accesorios de montaje, como soportes, uniones, codos, estarán fabricados en el mismo material. La tornillería de fijación será de acero inoxidable A4. No se admitirán bandejas con un espesor inferior a 2 mm. La altura de sus laterales será de un mínimo de 60 mm. El general tendrán el fondo ranurado y la tapa lisa.
- Se establecerá una distancia no inferior a 3 cm con la superficie de otra canalización no eléctrica.
- En caso de proximidad con conductos de calefacción, aire caliente o humo, se establecerá una distancia conveniente, de manera que no se puedan transmitir temperaturas que pudieran resultar peligrosas.
- En caso de paralelismo con otras canalizaciones que pudieran dar lugar a condensaciones, se evitará su instalación por debajo de las mismas, a menos que se tomen los medios necesarios para protegerlas. Las canalizaciones se dispondrán para que el control de los conductores, su identificación, reparación, aislamiento, localización y separación de las partes averiadas e incluso sustitución de los deterioros, sea de fácil ejecución. Dichas canalizaciones se encontrarán diferenciadas unas de las otras, ya sea por la naturaleza o tipo de los conductores, como por sus dimensiones o trazado. Si la identificación fuera complicada, siempre que lo permita la instalación, se colocarán etiquetas o señales indicativas.
- Entre el tramo final de las canalizaciones por bandeja y el receptor, la canalización se realizará únicamente bajo tubo protector. Para su trazado se seguirán preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que formen la estructura.
- Los tubos serán convenientemente fijados mediante los accesorios correspondientes, colocando los registros que se consideren convenientes, de modo que la introducción y retirada de los conductores se realice del modo más seguro, para que la cubierta no sea dañada.

#### **2.10.7.2. Conducciones**

- Todas las conducciones utilizadas se instalarán cumpliendo con las ITC BT 20 y 21 del REBT. Los conductos que deberán utilizarse dependiendo de su instalación, serán:
  - o El diámetro de los tubos de canalización, será para cada clase utilizada, conforme a la que se indica en las tablas de la ITC-BT-21.
- En canalizaciones subterráneas:
  - o tubo de PE de 110 mm de diámetro mínimo y 2,3 mm de espesor (según UNE- EN 50086-24), con uniones a presión.
  - o Tendido a un mínimo de 60 cm de profundidad, medido a nivel de suelo terminado.
- Embebido en solera de hormigón:
  - o tubo de acero rígido de pared fina, galvanizado electrolítico, con uniones roscadas mediante manguito, según UNE-EN 1025529.
- Los extremos libres irán sin roscar y protegidos con caperuzas de PVC.
- Adosado a paredes o techos:
  - o tubo de acero rígido de pared fina y galvanizado electrolítico, o tubo rígido de polímero

termoplástico libre de halógenos (según UNE-EN 5026730). Uniones roscadas o embutidas.

- Fijaciones tratadas contra la corrosión, de doble patilla.
- Acometidas a máquinas: tubo flexible anillado con alma metálica. Uniones mediante racores tipo judodix.
- Empotrado en paredes o falsos techos: tubo aislante, flexible de PVC reforzado.
- En las cámaras y falsos techos el tubo deberá quedar grapado.
- Las uniones realizadas en los conductos deberán mantener las mismas características de rigidez y estanqueidad de la tubería.
- Las canalizaciones que emergen del terreno, las canalizaciones en arquetas, las que comunican locales diferentes, deberán sellarse para evitar la penetración de cuerpos extraños, la transmisión de líquidos, humedades y olores.
- En las zonas de especial riesgo o de gran concentración de cables, se adoptarán medidas específicas de sellado o con elementos prefabricados.
- Las que comuniquen con locales con riesgo de explosión, deberán sellarse con masillas ignífugas, con una calificación de resistencia al fuego de al menos 90 minutos, según DIN 410231.
- Se dispondrán arquetas en todos los cambios de dirección, así como en los tramos Intermedios para facilitar el tiro del cable.
- Las cajas de registro serán estancas con un IP no inferior a 65. Las entradas de tubos se realizarán con prensaestopas adecuadas al diámetro de los mismos.
- Las canalizaciones que discurran por zonas ATEX serán adecuadas para su instalación en zona 1.
- El paso de una zona protegida a otra no protegida se realizará con pasamuros sellados con resina epoxi.
- Las arquetas podrán ser prefabricadas o de construcción "in situ".

#### **2.10.7.3. Cajas de paso y derivación**

- Las cajas presentarán aislamiento eléctrico en toda su superficie. El proyecto justificara el grado de protección IP correspondiente que como mínimo será IP 55.
- En ambientes húmedos y locales mojados se emplearán necesariamente cajas de superficie ciegas, sobre las que se troquelarán las entradas necesarias para la acometida de los tubos, dotándose de racores con el grado de aislamiento IP que corresponda.
- La fijación se realizará mediante tornillos de acero inoxidable, por lo que deberán ir provistas de taladros en su fondo. Para que las fijaciones sean resistentes a la corrosión, etc., se pondrán volanderas de nailon en tornillos o en su defecto tapones de silicona.
- Las conexiones se harán siempre dentro de las cajas, y con bornes

#### **2.10.7.4. Cajas de empalme**

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el Interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas Interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso

se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

- Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.
- Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

#### **2.10.7.5. Mecanismos y tomas de corriente**

- Los Interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición Intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.
- Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.
- Todos ellos irán instalados en el Interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.
- En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

#### **2.10.8. Aparamenta de mando y protección**

##### **2.10.8.1. Características generales**

###### **2.10.8.1.1. Cuadros eléctricos**

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de Interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio Interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar,

para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, Interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes Interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado Interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

#### **2.10.8.1.2. Interruptores automáticos.**

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un Interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con Interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los Interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El Interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los Interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los Interruptores serán relés de acción directa.

#### **2.10.8.1.3. Guardamotores**

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el Interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

#### **2.10.8.1.4. Fusibles.**

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

#### **2.10.8.1.5. Interruptores diferenciales.**

1º La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
  - o Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
  - o Las partes activas deben estar situadas en el Interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.
  - o Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.
  - o Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una

separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

- Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:
  - bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
  - o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
  - o bien, si hay Interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.
  - Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.
  - El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación".

- Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.
- Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser Interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.
- Se cumplirá la siguiente condición:
  - $R_a \times I_a \leq U$  donde:
    - $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
    - $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
    - $U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

#### **2.10.8.1.6. Seccionadores.**

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

#### **2.10.8.1.7. Embarrados.**

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.



Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

#### **2.10.8.1.8. Prensaestopas y etiquetas.**

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el Interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

#### **2.10.9. Batería de condensadores**

##### **2.10.9.1. Descripción de la batería de condensadores**

- Con objeto de cumplir la reglamentación vigente y ahorrar energía, se instalarán equipos de compensación de energía reactiva. Serán fijos para los transformadores y automáticos mediante regulador, para la instalación de baja tensión.
- Contarán con condensadores sobredimensionados a 480 V, inductancias antiarmónicos y protección individual de cada escalón por magnetotérmicos
- El factor de potencia mínimo aceptable para el conjunto de la instalación eléctrica será de 0,91

#### **2.10.10. Receptores a motor**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los motores serán de eficiencia IE3 conforme la normativa IEC 60034-30

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2
- Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento F en ambientes húmedos.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.

- eje: de acero duro.
- ventilador: Interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54 o IP68 según el caso).
- clase de aislamiento (F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.

- nombre del fabricante y modelo.

### **2.10.11. Motores eléctricos**

Los motores eléctricos instalados serán los de máxima eficiencia energética (IE2-IE3).

Deberán estar contruidos en materiales que faciliten su refrigeración y dotados de ventilador independiente cuando sea necesario.

El rendimiento de los motores eléctricos será; en cualquier caso; superior al 93%, con un factor de potencia siempre mayor que 0,8.

Todos los motores dispondrán de elementos que minimicen la corriente en el arranque. Los motores cuyo régimen de funcionamiento se prevea continuo se dotarán con arrancadores suaves, mientras que los que puedan trabajar a diferentes regímenes de velocidad, se dotarán con variadores de frecuencia.

Serán contruidos como mínimo para un IP67, y su aislamiento será como mínimo de clase F. Estarán pintados con protección anticorrosión.

Los motores incluidos en zonas susceptibles de riesgo de explosión, deberán de ser anti-deflagrantes, homologados para el cumplimiento de la normativa de atmosferas explosivas.

Todos los motores eléctricos de potencia igual o superior a 10 kW dispondrán de protección de temperatura en los bobinados mediante PT100, conectado a un elemento de seguridad que permita la parada del motor cuando se alcancen temperaturas criticas de funcionamiento.

En la medida de lo posible se evitarán la transmisión mediante correas.

Todos los motores susceptibles de llevar regulación de velocidad mediante variador de frecuencia tendrán que poder trabajar a los niveles de baja frecuencia sin calentamiento, siendo este de aproximadamente 10-15 Hz.

### **2.10.12. Sistema de arranque y control de motores**

Todos los motores eléctricos dispondrán en campo de un cuadro de control que permita la selección del modo de trabajo: local-remoto; marcha-paro en modo local y parada de mediante seta de emergencia. La parada por seta de emergencia provocará el enclavamiento en el CCM del equipo, pudiéndose rearmar única y exclusivamente desde el propio CCM.

Los motores que estén regulados en velocidad, estarán controlados por un variador de frecuencia y se integrarán en el sistema de control distribuido mediante el bus de campo Profibus DP. Dispondrán a su vez de un panel de control instalado en el cuadro eléctrico que permitirá su configuración y arranque manual.

Siempre que no estén regulados a través de un variador de frecuencia, los motores eléctricos de potencias inferiores a 5 kW dispondrán de un equipo de control de consumos, marcha, paro y protección, conexionado a través del bus de campo Profibus al control.

Siempre que no estén regulados a través de un variador de frecuencia, los motores eléctricos de potencia igual o superior a 5 kW dispondrán de un arrancador suave, con control de consumos marcha, paro y protección, conexionado a través del bus de campo Profibus al control distribuido de la planta. Dispondrán de una protección diferencial adecuada a las peculiaridades de estos equipos.

### **2.10.13. Motorreductores**

Los motorreductores estarán diseñados en base a la máxima eficiencia energética (IE2-IE3). Todos serán de la misma marca garantizando una uniformidad en los repuestos y mantenimientos de la planta.

Índice de utilización del motorreductor garantizará una vida útil de al menos 20 años, debidamente justificado en cada caso.

La lubricación de los motorreductores será en la medida de lo posible con grasa de por vida,

justificándose la no utilización.

Deberán estar contruidos en materiales que faciliten su refrigeración y dotados de ventilador independiente cuando sea necesario.

Serán contruidos como mínimo para un IP67, y su aislamiento será como mínimo de clase F. Estarán pintados con protección anticorrosión.

Los motores incluidos en zonas susceptibles de riesgo de explosión, deberán de ser anti-deflagrantes, homologados para el cumplimiento de la normativa de atmosferas explosivas.

Todos los motorreductores de potencia igual o superior a 10 kW dispondrán de protección de temperatura en los bobinados mediante PT100, conectado a un elemento de seguridad que permita la parada del motor cuando se alcancen temperaturas criticas de funcionamiento.

Todos los motorreductores susceptibles de llevar regulación de velocidad mediante variador de frecuencia tendrán que poder trabajar a los niveles de baja frecuencia sin calentamiento, siendo este de aproximadamente 10-15 Hz.

Todos los motorreductores de más de 1 kW dispondrán de limitador de par electrónico.

#### **2.10.14. Variadores de frecuencia**

Los variadores de frecuencia estarán conectados al sistema de control distribuido de la planta a través de una red Profibus. Desde el control distribuido se podrá visualizar, controlar y programar todos los parámetros del variador. Así mismo deberán estar calculados como mínimo a la intensidad nominal del equipo accionado.

Todos los variadores de frecuencia dispondrán de panel de control en la puerta del cuadro eléctrico, para su visualización, control y programación.

Los variadores dispondrán de una protección diferencial adecuada a las peculiaridades de estos equipos. Además, dispondrán de los siguientes elementos y funcionalidades:

- Entrada:
  - o Filtro EMC de entrada: entorno 3 y 4.
  - o Filtro de armónicos: bobinas de choque con el 3% de impedancia.
- Salida:
  - o Eficiencia a plena carga: >97%
  - o Frecuencia de modulación: 4 a 8 kHz sin pérdidas.
  - o Filtro dV/dt de salida: 500 a 800 V/μs en función de la potencia.
  - o Longitud de cable de salida: 300 m.
- Temperatura de operación: -30 hasta 50°C.
- Entradas analógicas aisladas ópticamente.
- Chapa base electrocincada, pintura polvo polimerizada 100°C, 400h cámara niebla salina
- Chapas internas bicromatadas, 90h cámara niebla salina
- Tarjetas control con barniz selectivo de serie estándares militares en las dos caras: UNE-EN 61086-1:2004, UNE-EN 61086-3-1:2004

#### **2.10.15. Actuador eléctrico**

Los actuadores eléctricos estarán dotados de indicador de apertura, cierre, disparo por par, indicación de posición en continuo y señal de control. Todas estas señales estarán conectadas al control distribuido a través de bus Profibus.

Dispondrán en campo de un cuadro de control que permita la selección del modo de trabajo. Local-Remoto, Marcha-Paro en modo local y parada de mediante seta de emergencia. La parada por seta de emergencia provocará el enclavamiento en el CCM del equipo, pudiéndose rearmar única y exclusivamente desde el propio CCM con indicadores luminosos de estado. El enclavamiento será mecánico para evitar su apertura accidental.

El grado de protección ambiental será al menos IP67 y el aislamiento será como mínimo de clase F y protección anticorrosión KS/KX.

## **2.10.16. Arrancadores**

### **2.10.16.1. Características de los arrancadores y protocolo**

Los arrancadores eléctricos deberán estar desarrollados y clasificados de conformidad con las normas y recomendaciones relativas a los equipos eléctricos de control industrial (IEC, NF C, VDE). Mercado CE:

Los arrancadores estarán desarrollados de forma que respeten las recomendaciones básicas de las directivas europeas de baja tensión y CEM, marcados con el tipo CE de la Comunidad Europea.

Compatibilidad electromagnética:

- Serán conforme a IEC 801-2, nivel 3
- Resistencia a las perturbaciones radioeléctricas:
- Serán conforme a IEC 801-3, nivel y EN 55011
- Contaminación ambiental mínima: Según IEC 664. Grado 3.

Se utilizarán equipos con placas o circuitos tropicalizados, con recubrimiento acrílico para la protección ante riesgos como humedad, polvo, suciedad y contaminantes transportados por el aire

- Las funciones básicas de estos equipos serán:
- Arranque suave
- Vigilancia del tiempo de arranque con limitación de la intensidad
- Parada suave
- Control específico para bombas

Las protecciones básicas de estos equipos serán:

- Protección contra sobrecargas
- Detección de bloqueo
- Reajuste del balanceo de fases
- Exceso de arranques por hora
- Protección contra desequilibrio de voltaje Condensadores de compensación :
- En el caso de que sea necesaria su instalación, los condensadores de compensación deben de estar desconectados de la derivación del motor durante la fase de arranque debido a los efectos nocivos que para ellos tienen los efectos retroactivos de los arrancadores sobre la red.
- Se empleará un relé de arranque finalizado para volver a conectarlos automáticamente tras el arranque.

(IMPORTANTE: Los condensadores de compensación no deben estar conectados entre el arrancador y el motor, deberán montarse aguas arriba del arrancador estático).

### **2.10.16.2. Ensayos y pruebas**

- Control e inspección visual. Verificación del cableado conforme a esquemas eléctricos.

- Comprobación dimensional y de acabado.
- Funcionamiento eléctrico. Control del correcto funcionamiento del dispositivo y de la comunicación con el autómata.
- Verificación de las medidas de protección.
- Según Cuadro de Precios nº 1

### **2.10.17. Cuadros de protección y mando**

El cuadro general de protección y mando, así como los cuadros de bombas, desodorización, control limpiador y equipo de desbaste, se ubicarán en el local de cuadros y desodorización, de forma que no exista riesgo de incendio y explosión.

La aparamenta de dichos cuadros estará formada por:

- Un Interruptor general automático de corte omnipolar, con protección diferencial destinada a la protección contra contactos directos e indirectos conforme a la ITC-BT 24.
- Contendrán protecciones contra sobrecargas (Interruptores magnetotérmicos) y de protección contra contactos directos e indirectos (Interruptores diferenciales) para cada uno de los circuitos.
- Los Interruptores magnetotérmicos constituyen las protecciones contra sobrecargas motivadas por sobrecargas o cortocircuitos. Así pues, para una correcta elección de los magnetotérmicos se ha de tener en cuenta:
  - Intensidades máximas admisibles de los conductores a proteger, que se obtienen de las tablas de las instrucciones ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-19 según el tipo de conductor.
  - Intensidad de cortocircuito en el punto de instalación.
- En referencia a este último aspecto, una técnica conocida como filiación nos permite utilizar un dispositivo de protección con un poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito prevista en el punto en el que se ha instalado, con tal de que aguas arriba se disponga de otro dispositivo que, con el poder de corte requerido, deje pasar una energía soportable por el dispositivo situado aguas abajo.
- Mediante esta técnica se logra una instalación mucho más económica, ya que el dimensionado de los Interruptores aguas abajo puede ser inferior a los requerimientos iniciales.
- Los Interruptores diferenciales constituyen dispositivos de protección contra los contactos tanto directos como indirectos.
- El contacto de una persona con un elemento en tensión puede ser directo o indirecto. Se dice que es directo cuando dicho elemento se encuentra normalmente en tensión. Por el contrario, el contacto se define como indirecto si el elemento ha sido puesto en tensión accidentalmente, por ejemplo, por un fallo de aislamiento.
- Estos dispositivos están compuestos por:
  - o Transformador toroidal.
  - o Relé electromecánico.
  - o Mecanismo de conexión y desconexión.
  - o Circuito auxiliar de prueba.
- Su funcionamiento se basa en que, cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario de dicho transformador se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a una desconexión del Interruptor.

- Para que se produzca la apertura, el valor de la corriente de fuga debe ser superior a un determinado valor. Este valor constituye la sensibilidad del aparato.
- Según la ITC-BT-24, la sensibilidad de los Interruptores diferenciales depende de la resistencia a tierra de las masas:
  - o En emplazamientos secos:
  - o En emplazamientos húmedos o mojados:

Donde  $I_s$  es la sensibilidad en amperios del Interruptor a utilizar.

#### **2.10.18.Receptores de alumbrado**

- El equipo brillará uniformemente, será fácil de desmontar y limpiar, y llevará un cierre que no permita el depósito interior de partículas de polvo ni cuerpos extraños para el de tipo cerrado. El proyecto justificará el IP necesario que, como mínimo, será IP 65.
- Todos los balastos o transformadores llevarán su correspondiente condensador para corregir su  $\cos \phi$  a un valor mínimo del 0,85.
- Todo el alumbrado de áreas exteriores se controlará por medio de células fotoeléctricas.
- Todas las armaduras de alumbrado serán fácilmente accesibles para facilitar la reposición de las lámparas.
- Todos los elementos de alumbrado (luminarias, cajas de derivación y/o paso, tomas de corriente), se identificarán en el plano y en la instalación con el número de circuito que corresponda mediante etiquetas indelebles de intemperie.
- Los bloques autónomos de alumbrado de emergencia que se instalen serán de tipo permanente y con tecnología de LED.
- Se dispondrá de alumbrado de emergencia que facilite la evacuación de la instalación en caso de fallo garantizando su autonomía durante un periodo mínimo de 60 minutos.
- Todos los báculos de las luminarias serán de acero galvanizado en caliente, dotados de los elementos que faciliten las operaciones de montaje y reparación. Disponiendo de los elementos de seguridad anticaídas cuando la altura lo requiera.
- El nivel de iluminación exterior de viales en general no será inferior a 15 lux.
- El nivel de iluminación exterior en aparcamientos no será inferior a 20 lux.
- Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.
- La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes Intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.
- Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.
- Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que



resulte.

- En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.
- Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

## **2.10.19. Alumbrado Interior, alumbrado exterior e iluminación y señalización de emergencia**

### **2.10.19.1. Alumbrado interior**

- Los aparatos de alumbrado a utilizar serán del tipo led, conectándose la carcasa mediante conductor de protección a la red de tierra equipotencial de la instalación.
- Los circuitos de alimentación a los aparatos de alumbrado estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas.
- Las luminarias instaladas en los locales con peligro de explosión irán marcadas con el distintivo comunitario Ex.
- La tensión de alimentación para la iluminación será de 220 V entre fase y neutro, estableciendo un perfecto equilibrio entre las tres fases en la repartición de las cargas de cada circuito.
- Los conductos de iluminación serán de PVC y dispondrá de cajas normalizadas
- El cableado interior por los conductos se hará en sistema monofásico y tierra.

### **2.10.19.2. Alumbrado de emergencia**

- El alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar la iluminación, en caso de fallo de red, en las diferentes dependencias y accesos hasta las salidas o iluminar otros puntos de interés como los medios manuales de extinción de incendios o cuadros eléctricos.
- Se instalará alumbrado de emergencia en la salida de los locales y en las zonas de paso.
- El alumbrado de emergencia está constituido por aparatos autónomos de funcionamiento automático, estancos IP65 en el local de desodorización y cuadros, y antideflagrante Exd IIB-T4 en el local sala de bombas

### **2.10.19.3. Alumbrado exterior**

- En el diseño y cálculo se han aplicado las condiciones técnicas que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, conforme al Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior, con el fin de mejorar la eficiencia energética de dicha instalación. Asimismo, la ITC-BT-09 del REBT, establece las especificaciones técnicas que han de cumplir las instalaciones de alumbrado exterior para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento.
- El encendido y apagado del alumbrado exterior estará controlado por un reloj astronómico digital.
- Todo el alumbrado de áreas exteriores se controlará por medio de células fotoeléctricas y se tomarán medidas de ahorro eléctrico mediante reguladores de flujo donde sea posible.
- Todas las armaduras de alumbrado serán fácilmente accesibles para facilitar la reposición de las lámparas.
- Todos los elementos de alumbrado (luminarias, cajas de derivación y/o paso, tomas de corriente), se identificarán en el plano y en la instalación con el número de circuito que corresponda mediante etiquetas indelebles de intemperie.
- Los bloques autónomos de alumbrado de emergencia que se instalen serán de tipo permanente y

con tecnología de LED.

- Se dispondrá de alumbrado de emergencia que facilite la evacuación de la instalación en caso de fallo garantizando su autonomía durante un periodo mínimo de 60 minutos.
- Todos los báculos de las luminarias serán de acero galvanizado en caliente, dotados de los elementos que faciliten las operaciones de montaje y reparación. Disponiendo de los elementos de seguridad anticaídas cuando la altura lo requiera.
- El alumbrado exterior se realiza con cable RV-0,6/1 kV sección mínima 6 mm<sup>2</sup>, canalización bajo tubo de PVC.
- En todos los puntos de luz se realizará su correspondiente arqueta de derivación dotada de ficha de conexión y fusibles calibrados. Para las canalizaciones de la red de alumbrado exterior se utilizará tubo de PVC de 110 mm de diámetro.
- La tensión de alimentación para la iluminación será de 220 V entre fase y neutro, estableciendo un perfecto equilibrio entre las tres fases en la repartición de las cargas de cada circuito.

#### **2.10.19.4. Resto de Materiales**

##### **2.10.16.1. Empalmes y derivaciones**

El empalme de los conductores sólo podrá realizarse en cajas de derivación, y mediante terminales y bornas de presión.

En la red enterrada de puesta a tierra, los empalmes y conexiones subterráneos se efectuarán con soldadura aluminotérmica, Cadweld ó Thermoweld o similar, y los aéreos con terminales a presión ó por soldadura, según conveniencia y en base a un criterio de unificación y corrosión.

##### **2.10.16.2. Bandejas**

Las bandejas que soporten los cables de potencia estarán construidas con chapa de acero galvanizado en caliente o PVC . Las que soporten cables de control podrán ser de chapa perforada de acero galvanizado en caliente ó de alambre de acero inoxidable.

Donde los cables puedan sufrir daño, estas bandejas serán blindadas, de chapa de acero, con tapa.

##### **2.10.16.3. Tubos.**

El tubo de protección de los cables en tendido aéreo, será de acero galvanizado, del tipo Métrico, siempre que razones de temperatura y corrosión no aconsejen otro material.

##### **2.10.16.4. Soportes de bandejas y tubos.**

Las bandejas y tubos de acero, en tendido aéreo se soportarán cada 2 m, como máximo, en el caso de las bandejas y 1 m, también, como máximo, para la soportación de los tubos.

Los soportes serán de acero galvanizado. En los casos que se suelden a estructuras, se cubrirá la soldadura con alguna pintura que los proteja de la corrosión, equivalente a un galvanizado en frío. Si el galvanizado fuera atacado por los elementos corrosivos imperantes en el área en la que estén ubicados, será pintado con pinturas resistentes a dichos elementos.

##### **2.10.16.5. Prensaestopas.**

El grado mínimo de protección que proporcionarán en la entrada de los cables al equipo o caja será IP-55. y serán adecuados al tamaño y características de los cables de la instalación. Cuando los cables sean unipolares, serán de material no ferromagnético.

##### **2.10.16.6. Tornillería.**

Toda la tornillería que se utilice en la instalación será de acero cadmiado, a no ser que se especifique otro tipo de material en algún punto en concreto.

#### **2.10.16.7. Electroodos.**

Los electroodos para las tomas de tierra serán varillas de acero recubierto de cobre, con una longitud mínima de 2 m.

#### **2.10.16.8. Cajas de registro y derivación.**

- Cajas para instalación empotrada.

Serán de plástico de primera calidad. Tendrán taladros troquelados semicortados para las entradas de los tubos en las cuatro caras laterales.

Las tapas serán también de plástico, acabadas en color blanco, lisas sin rugosidades ni huellas e irán atornilladas al cuerpo de la caja por los cuatro vértices.

Deberá cuidarse especialmente que las tapas queden perfectamente enrasadas con los paramentos.

La dimensión mínima de caja a utilizar será 100 x 100 x 50 mm.

- Cajas metálicas para instalación superficial

Podrán ser de chapa de acero, de aluminio inyectado o de fundición de aluminio según los casos.

Las tapas serán del mismo material y acabado que el cuerpo de las cajas e irán atornilladas al cuerpo de las mismas al menos por dos vértices.

La dimensión mínima a utilizar será 100 x 100 x 50 mm.

Las de fundición de aluminio tendrán originariamente sus cuatro caras laterales cerradas, debiéndose taladrar y roscar en obra el número de entradas de tubos que se precisen en cada caso. Las cajas de los restantes tipos dispondrán de taladros semitroquelados o bien de taladros diáfanos aptos para el montaje de tapitas Intecambiables y aptas para el enchufado de tubos con rosca Pg.

En cualquier caso, las cajas permitirán el roscado de los tubos que accedan a ellas y en su instalación final no tendrán ningún taladro abierto que deje el Interior de la caja en contacto directo con el exterior.

- Cajas aislantes para instalación superficial

Serán de plástico de primera calidad.

Tendrán taladros protegidos por conos de entrada de material plástico en las cuatro caras laterales.

Las tapas serán del mismo material y acabado que el cuerpo de las cajas e irán atornilladas al cuerpo de las mismas por los cuatro vértices.

La dimensión mínima de caja a utilizar será 100 x 100 x 55 mm.

El grado de protección exigible a estas cajas será I.P. 555 según UNE.

#### **2.10.20. Método de cableado**

##### **2.10.20.1. Generalidades.**

Al realizar el montaje de los conductores y de sus canalizaciones correspondientes deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Ausencia de cualquier posibilidad de corrosión por productos existentes en la zona del tendido, que puedan atacar a los cables y a los sistemas de conducción o fijación.
- Clasificación eléctrica de la zona.
- Ausencia de focos de calor que puedan afectarlos

- Posibilidad de soportes para tubos, bandejas o cables directamente grapados.
- Posibilidad de efectuar excavaciones o taladros.
- Margen para futuras ampliaciones.

#### **2.10.20.2. Normas generales de instalación.**

Todos los cables que se tiendan subterráneos, sobre bandejas o grapados serán multipolares, excepto los de secciones grandes que podrán ser unipolares y se especificarán así en las correspondientes Listas de Cables.

Los cables desde el punto de salida al de llegada a cuadros y equipos no presentarán ningún tipo de empalme. En principio, solamente se admitirán empalmes y en aquellas líneas utilizadas conjuntamente para dar servicio a varios equipos, para las cuales se utilizarán cajas de conexión y derivación aprobadas.

En casos especiales en que se den condiciones de grandes distancias u otras de montaje en obra y necesariamente se deban efectuar empalmes o conexiones, éstos se efectuarán previa aprobación por parte de la Dirección de la Obra. En todo caso, se realizarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y de la normativa vigente y en cajas de empalme adecuadas y según sea para cables de tendido aéreo o subterráneo con los prensaestopas necesarios.

Cuando los cables contengan un conductor de tierra, este conductor será continuo desde el punto de alimentación hasta el equipo.

Cuando en el equipo y caja de derivación o conexión tengan terminal de tierra, el conductor de tierra se conectará al mismo y cuando no, la UTE deberá instalar una conexión adecuada, no considerándose como tal los tornillos de sujeción a la tapa.

Los radios de los cables serán amplios y nunca inferior al radio mínimo recomendado por el fabricante.

No se podrán mezclar dentro de un mismo cable multiconductor, hilos de corriente alterna y continua, ni de tensiones distintas.

Los cables a transformadores de intensidad irán en cables independientes de dos hilos.

Los cables unipolares se agruparán por ternos en su tendido.

Básicamente se efectuarán las siguientes formas de tendido de cables:

- Cables en instalación subterránea, directamente enterrados o bajo tubo.
- Cables en instalación aérea, en bandeja o bajo tubos grapados a pared, techo o estructura.

#### **2.10.20.3. Cables en zanja, bajo tubos.**

Cuando los cables vayan en zanja pero bajo tubo, el fondo de la misma se nivelará convenientemente y se rellenará en su totalidad con una capa de arena limpia de unos 10 a 15 cm según las posibilidades que se hayan tenido en hacer la excavación, destinada al drenaje de fluidos y la cual se compactará moderadamente.

A continuación se tenderá la primera fila de tubos, teniendo en cuenta que si la zanja está destinada a otras conducciones como red de hidrantes o a cables de tensiones diferentes, guarden entre sí una separación mínima de 10 cm. Si fuera necesario añadir una segunda fila de tubos se echará otra capa de tierra cribada de 15 cm y sobre ésta se tenderán los nuevos tubos. En caso de precisarse nuevas filas de tubos, se seguirá el mismo procedimiento que se ha fijado para el tendido de la segunda fila, y sobre la última capa de tubos se echará una capa final de tierra cribada de 10 a 15 cm, según excavación y sobre ella se colocará una capa protectora de losetas de hormigón de unos 5 cm de espesor. Sobre esta capa de losetas se tenderá una banda de PVC de color amarillo con la indicación impresa indeleblemente "PELIGRO. CABLES ELÉCTRICOS".

El resto de la zanja se rellenará de tierra moderadamente compactada, hasta conseguir que no queden depresiones y que la profundidad mínima de los últimos cables a nivel terminado no sea inferior a 80 cm en caso de cables de B. T. y de 120 cm para los cables de A. T.

Todos los trazados de zanjas y cajas de conexión o derivación enterradas se identificarán en su situación y trazado por la UTE eléctrico, mediante un sistema de indicadores de superficie, resistentes a la corrosión y situados al borde de las zanjas a Intervalos de 20 m y en todos los cambios de dirección, y en cualquier punto donde exista una caja de conexión o derivación.

La UTE eléctrico deberá identificar todos los cables por medio de bandas resistentes a la corrosión, con el número del cable estampado, y situadas a Intervalos mínimos de 15 m, en todos los cambios de sentido y todas las entradas y salidas.

Cuando los cables crucen bajo carreteras, lo harán bajo tubo de PVC semirrígido enterrado a una profundidad mínima de 80 cm del nivel del suelo terminado, en zanja hormigonada.

Los cables, al salir de zanjas y arquetas, se protegerán cuidadosamente por la UTE eléctrico con manguitos de tubo de acero o bandejas con tapa, que se extenderán 15 cm bajo el nivel del terreno y 25 cm sobre el nivel del terreno o bien 2 m en caso de riesgo por daños mecánicos.

Terminado el tendido de cables y conexionado, la UTE eléctrico procederá al sellado de todos aquellos tubos y conductos que se utilicen para el paso de cables.

El tendido de los cables en zanja, y sobre todo en los tubos, se hará cuidadosamente para evitar dañarlos mecánicamente. Para los cables grandes, el tendido se hará preferiblemente con mallas de tracción.

#### **2.10.20.4. Instalaciones aéreas, bajo tubo.**

Las instalaciones bajo tubo Pg. cumplirán lo exigido por el Reglamento Electrotécnico de B.T. y en especial la MIBT-019.

No se instalarán conductores dentro de un mismo tubo cuya fuente de alimentación sea distinta.

En un mismo trazado no se permitirá utilizar más de tres codos de 90 entre dos puntos que deban ser registrables (cajas de conexión o derivación a equipos o a cuadros y paneles).

Las bocas de entrada a los tubos metálicos se alisarán e instalarán en ellas boquillas de neopreno para no dañar los cables y cuando sea preciso se utilizarán lubricantes apropiados en su tendido.

Todas las uniones de conduit se efectuarán con accesorios roscados. Los extremos del conduit tendrán suficiente número de hilos de rosca para asegurar su resistencia mecánica, teniendo como mínimo seis hilos introducidos en el accesorio. El número de hilos expuesto al ambiente será tan pequeño como sea posible, estando protegidos con una imprimación a base de zinc.

Todas las uniones roscadas deberán ser herméticas al agua, especialmente aquellas que vayan a quedar embebidas en hormigón. El número de uniones deberá ser mínimo.

Se hace especial mención a que todos los tubos de acero, en todos sus cortes, siempre que ello sea posible, llevarán boquillas de plástico, para evitar se produzcan daños al aislamiento de los cables que protegen.

También se protegerán debidamente todos los bordes, metálicos o no, que puedan dañar a los conductores.

#### **2.10.20.5. Instalación aérea de cables.**

Los cables aéreos se instalarán sobre bandeja o bajo tubo a lo largo de paredes, estructuras, puentes durmientes, etc. y manteniéndose separados del calor de tuberías y depósitos adyacentes. Cuando el número de cables sea igual o superior a tres, la instalación será obligatoriamente en bandeja, y en caso de dos o uno irá bajo tubo.

Tanto las bandejas, como los tubos de acero o PVC necesarios, estarán dimensionados con un 25 % de reserva en espacio a ocupar.

Se pondrá como máximo dos capas de cables en la bandeja.

Siempre que exista posibilidad de daño mecánico para el cable, se instalarán en bandeja con tapa o dentro de tubo de acero de 2 mm de espesor y hasta una altura mínima de 2 m.

Los cables deberán ser identificados por bandas resistentes a la corrosión con el número del cable estampado, situados a Intervalos de 15 m y a la entrada o salida de las bandejas.

Todas las bandejas que sean de acero, serán galvanizadas en caliente, empleándose en exteriores del tipo escalera y en Interiores del tipo ranurado.

En zonas con peligro de corrosión tanto las bandejas como los tubos serán de PVC.

El montaje de las bandejas será horizontal o vertical, dependiendo de la configuración del tendido, necesidades y buscando evitar que obstaculicen el paso de personas o máquinas y el que puedan sufrir daños mecánicos.

Siempre que existan cables de distinta tensión en la misma bandeja, se procurará agrupar los de igual tensión y si existiesen varias bandejas, la agrupación de tensiones se haría por bandejas si ello fuera posible.

La fijación de los cables de bandejas se hará como mínimo cada 2 m, en bandejas de disposición horizontal, y cada metro en bandejas de disposición vertical, dependiendo de la sección del cable a fin de que queden convenientemente tensados.

Para su tendido y su posterior mantenimiento las redes canalizadas deberán disponer de sus correspondientes cajas de registro, con un máximo de una caja cada 15 m de recorrido lineal Interpretándose cualquier curva o quiebro como 3 m de longitud lineal equivalente. Las cajas de derivación deberán considerarse así mismo como de registro. De lo anterior se deduce que sólo se accederá al cable en las cajas de registro o cuadros correspondientes. Los embornamientos terminales deberán quedar dieléctricamente protegidos.

Tanto las bandejas como los tubos de acero ó PVC necesarios, estarán dimensionados con un 25% de reserva en espacio a ocupar.

Se pondrá como máximo dos capas de cables en la bandeja.

Siempre que exista posibilidad de daño mecánico para el cable, se instalarán en bandeja con tapa o dentro de tubo de PVC blindado y hasta una altura mínima de 2 m.

Los cables serán identificados por bandas resistentes a la corrosión con el número del cable estampado, situados a Intervalos de 15 m y a la entrada o salida de las bandejas.

En zonas con peligro de corrosión tanto las bandejas como los tubos serán de PVC.

El montaje de las bandejas será horizontal o vertical, dependiendo de la configuración del tendido, necesidades y buscando evitar que obstaculicen el paso de personas o máquinas y el que puedan sufrir daños mecánicos.

Siempre que existan cables de distinta tensión en la misma bandeja, se procurará agrupar los de igual tensión y si existiesen varias bandejas, la agrupación de tensiones se haría por bandejas si ello fuera posible.

La fijación de los cables de bandejas se hará como mínimo cada 2 m, en bandejas de disposición horizontal, y cada metro en bandejas de disposición vertical, dependiendo de la sección del cable a fin de que queden convenientemente tensados.

## **2.11. RED DE PUESTA A TIERRA**

### **2.11.1. Generalidades**

Todos los elementos y formas de montaje se adaptarán a las normas siguientes:

- Normas UNE21022, 21056 y 21057.
- Normas CTE-IEE.
- Instrucciones MI.BT-017, 023 y 039 del REBT.

La instalación de toma de tierra deberá garantizar en todo momento los valores de seguridad necesarios para la protección de personas y objetos existentes en el edificio. El instalador está obligado, en caso de no cumplir las condiciones mínimas de seguridad, a tomar las medidas y disposiciones oportunas para cumplir los requisitos de seguridad, todo ello a su cargo.

Durante la construcción se conectarán a tierra necesariamente todos los elementos metálicos de las estructuras, armaduras de muros, soportes de hormigón, guía de aparatos elevadores, bases metálicas grandes y todos los elementos metálicos importantes de la instalación eléctrica en general, antenas, así como aquellos otros que por la reglamentación vigente, por seguridad o por estar especialmente mencionados en el proyecto se comprenda su necesidad de puesta a tierra.

Además de los de construcción se conectarán a tierra obligatoriamente, aquellos elementos tales como columnas de alumbrado, postes, depósitos exteriores, etc., que por un fallo pudieran eventualmente quedar bajo tensión.

La Dirección de obra realizará las pruebas que crea oportunas para la comprobación de la eficacia de la puesta a tierra y rechazará aquellas partes de la instalación que no se adapten al criterio de calidad y eficacia que se pide en el proyecto.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no se incluirán en serie masas ni elementos metálicos cualesquiera que fueran éstos.

En los circuitos de tierra no se admitirán elementos Intercalados tales como seccionadores, fusibles ni Interruptores, debiéndose realizar la conexión en las arquetas de puesta a tierra para medir la resistencia de la misma.

Todos los conductores empleados serán de cobre con las secciones indicadas en el proyecto. No se admitirán secciones inferiores a las que establecen las especificaciones técnicas del pliego de condiciones. Los conductores tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con el electrodo como con las partes metálicas y masas del edificio.

Las conexiones de los conductores de los circuitos se efectuarán con cuidado, ya sea con soldadura aluminotérmica o con elementos conectores adecuados al tipo de empalme a realizar.

Se asegurará que la superficie de contacto que forma la conexión sea efectiva y no se admitirá en ningún caso soldaduras de punto de fusión bajo.

### **2.11.2. Red de toma de tierra**

Estará formada por una red perimetral siguiendo la línea de cimentación de los edificios, así como por una serie de conducciones transversales enterradas y el número de picas suficientes para garantizar la resistencia de toma de tierra que se pide en el proyecto. El instalador estará obligado a montar todos aquellos elementos necesarios para cumplir esta condición y así mismo podrá tratar el terreno químicamente al objeto de aumentar la conductividad del mismo.

En relación con el recorrido de la red de toma de tierra se atenderá al presentado en los planos del proyecto pudiendo variarse por motivos de la obra y disposiciones al respecto que establezca la Dirección de obra. De todas formas, cualquier cambio deberá ser informado para su estudio y aceptación por la Dirección de la Obra.

La malla de toma de tierra se realizará ajustándose exactamente a la norma CTE ITP y a las

instrucciones MI.BT 023 y 039 del RBT y constará como ya se ha dicho de una red perimetral cerrada de cobre recocido con la sección indicada en el proyecto, no inferior a 35 mm<sup>2</sup>. Estará hundida en el terreno a una profundidad de unos 80 cm como mínimo a partir de la última solera practicable. Todas las soldaduras serán aluminotérmicas. La eficacia podrá ser aumentada según se indique, bien por conductores iguales u ortogonales unidos a los de anillo con una distancia no inferior a 4 m del mismo ramificando al exterior de la construcción y uniéndolo, si fuera posible, a redes de tierra de edificios próximos. Si se precisa aumentar la eficacia se procederá a la colocación de picas situadas entre sí a una distancia no inferior a 4 m y a tratar químicamente el terreno.

Las picas de toma de tierra serán cilíndricas de acero recubiertas de una capa de cobre de espesor adecuado a la resistencia mecánica para que no se doble o se deteriore al enterrarlo.

Las picas tendrán una longitud mínima de 2 m, el diámetro exterior será como mínimo de 20 mm. Todo ello a reserva de lo que se especifique en el proyecto.

Las uniones de los cables de descarga con los electrodos de puesta a tierra se realizarán mediante soldadura aluminotérmica o mediante conectores adecuados. Dicha unión se realizará en las arquetas o registros que se dispongan al efecto con el objeto de poder apretar o comprobar periódicamente estas uniones.

La unión de la malla a cada una de las estructuras metálicas de la armadura o soporte de hormigón se efectuará por medio de cable idéntico al descrito y soldadura aluminotérmica quedando siempre la conexión por encima de la solera.

También se deberá unir a la malla de tierra todos los elementos metálicos enterrados en la zona de influencia de la red de tierra.

Los elementos que no forman parte de la continuidad de la construcción tales como postes metálicos, columnas de luminarias, torretas, depósitos de exteriores, etc., se pondrán a tierra por medio de los elementos reglamentarios.

Todos los elementos de la malla de puesta a tierra estarán formados por metales inalterables a la humedad y acciones químicas del terreno contando, además, con buenas propiedades de conducción eléctrica. Los materiales cumplirán las especificaciones que se dan en el proyecto

### **2.11.3. Pozos de tierra.**

El instalador será el encargado de prever y construir los pozos de toma de tierra necesarios para esta instalación en el número y situación que se especifica en el proyecto, debiendo éstos cumplir con la resistencia máxima que se exija por la normativa o por el proyecto. Así mismo deberán estar equipados con todos los elementos y accesorios necesarios para el buen funcionamiento de la toma de tierra.

Se buscará para la colocación del pozo de tierra el punto del terreno que ofrezca la menor resistencia al paso de las corrientes de fugas. Si este no ofreciese buena conductividad se practicarán los pozos necesarios con objeto de reducir la resistencia a los valores fijados. La distancia entre pozos no será inferior a 2 m y en este caso se unirán a todos ellos los cables de descarga.

En el supuesto de que no se pudiera ampliar la red de tierra mediante pozos de tierra o tendido de mallas enterradas se procederá a tratar el terreno químicamente con objeto de conseguir la resistencia de puesta a tierra adecuada. Este tratamiento químico deberá ser realizado por empresas especializadas en este tipo de actividades.

A dos metros del eje de simetría del pozo se montará una arqueta metálica de fundición o fábrica de ladrillo que unida a un tubo de fibrocemento de 6 cm de diámetro y pendiente de 45° llegará hasta quedar su extremo a 15 cm de una de las caras del electrodo o de las picas y que servirá para el riego periódico del terreno donde éstos están ubicados.

Cuando los pozos coincidan en el Interior de edificios o aceras estarán cubiertos en superficie a nivel del piso por tapas de hormigón visitables, de tal forma que en caso de reposición del electrodo solo sea necesario levantar dicha tapa para encontrarse con el terreno que lo cubre.



#### **2.11.4. Líneas principales de tierra.**

Estarán formadas por las bajantes que conectan las derivaciones de los conductores de protección con el punto de puesta a tierra, con este fin el instalador suministrará y montará todos los elementos necesarios para el buen acabado y funcionamiento de estas líneas de toma de tierra, ateniéndose para ello a lo indicado tanto en los planos como en el resto de la documentación que componen el proyecto. Así mismo deberán cumplir las normas específicas de éste tipo de líneas y las que establezca la Dirección de obra.

Las líneas de tierra podrán montarse en las mismas canalizaciones que las líneas repartidoras, no pudiendo utilizarse como tales líneas de tierra los tubos ni las envolventes metálicas que forman las canalizaciones, a no ser que a juicio de la Dirección pudiera aceptarse.

Las líneas de tierra estarán formadas por conductores de cobre con la sección de cobre nunca inferior a la que fija la MI.BT017 y con un mínimo de 16 mm<sup>2</sup>. Los conductores irán desnudos y aislados cuando así se disponga en el proyecto, debiendo llevar en éste último caso el color normalizado para los conductores de protección.

En los lugares que estas líneas puedan ser visibles se deberán prever los elementos de protección mecánica adecuados.

No se permitirá en ningún caso la utilización, como líneas principales de tierra, ni las tuberías ni los conductos, cubiertas metálicas de cables o canalizaciones de ninguna clase.

El número de líneas, así como los elementos que los componen serán los que se establecen en el proyecto, no admitiéndose cambios al respecto sin el previo conocimiento y conformidad de la Dirección de la Obra.

La unión de éstas líneas con electrodo malla se realizarán en arquetas de conexión adecuadas que se mantendrá en todo momento a lo especificado por la CTE IET.

Las canalizaciones de las líneas de tierra tendrán un diámetro suficiente para permitir la reposición de conductores en cualquier momento, sin necesidad de abrir rozas ni de reponer canalizaciones. Para ello existirán cajas de registro adecuadas, con una separación máxima entre ellas de 10 m.

Como regla general no se permitirán los empalmes y cuando estos sean necesarios se realizarán dentro de las cajas indicadas anteriormente mediante dispositivos o elementos de apriete que garanticen una continua y perfecta conexión entre los conductores.

El recorrido de los conductores será lo más corto posible sin cambios bruscos de dirección, no estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico.

En la zona próxima a la unión del electrodo y tres metros antes de su acceso a la arqueta de conexión se colocará un registro donde terminará la canalización normalmente empleada en la instalación para utilizar en éste último tramo tubo de hierro galvanizado del diámetro que se especifica en el proyecto.

En el paramento próximo al pozo y coincidiendo con la bajada del cable se hará una inscripción indicativa de la existencia de la toma de tierra del tipo de la instalación a que pertenece. Esta inscripción será clara e indeleble con el tiempo.

#### **2.11.5. Derivaciones y conductores de protección para toma de tierra.**

El ámbito de aplicación de ésta especificación se refiere a las líneas de unión entre la línea principal de tierra y los conductores de protección o directamente a las masas de los aparatos receptores, quedando el instalador obligado a suministrar y montar todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento de la instalación.

El instalador se atendrá en todo momento a lo especificado en el proyecto, a la reglamentación, a la normativa existente al respecto y a las normas que establezca la Dirección de obra, la cual podrá rechazar aquellos elementos o parte de la instalación que no los cumpliera.

Los conductores de derivación serán de cobre de las secciones indicadas en proyecto y en su defecto los valores mínimos se ajustarán a lo indicado en la instrucción MI.BT017 del REBT para conductores de protección. Estas derivaciones podrán establecerse por las mismas canalizaciones que las derivaciones secundarias. Los conductores irán aislados con los colores normalizados de protección.

Estas derivaciones partirán de la vertical a través de un registro donde se realizará la conexión entre ambas. Estas conexiones se realizarán mediante bornas, abrazaderas y elementos de conexión que garanticen una unión segura y perfecta, debiendo soportar los efectos electrodinámicos y térmicos que se puedan presentar en caso de sobreintensidades. En este aspecto la Dirección de obra no aceptará el uso de soldaduras de bajo punto de fusión.

Los elementos conectores serán del mismo material que el conductor con el fin de evitar pares electroquímicos que aceleren la corrosión.

En cuanto a los conductores de conexión se especifica que todo elemento metálico de la instalación contará con bornas para la conexión de los circuitos de puesta a tierra por medio de tales conductores, los cuales se unirán a la línea principal de tierra. Estos bornes quedarán fijos permanentemente en los aparatos que hayan de ponerse a tierra. La unión de estos conductores de protección a las masas será lo más perfecta posible, teniendo en cuenta efectos mecánicos y térmicos que se puedan presentar.

Los conductores de protección serán de cobre con las secciones que se establecen en el proyecto o en su defecto las que correspondan según la instrucción MI.BT017 del REBT. En el caso de ir aisladas, el aislamiento será de PVC con los colores normalizados.

No se permitirá usar conductores de protección comunes a instalaciones con diferentes tensiones nominales.

Los conductores de protección de cada circuito deberán ir en las mismas canalizaciones que los conductores activos de su circuito presentando el mismo aislamiento de los otros conductores.

Deberán estar convenientemente protegidos contra los deterioros mecánicos o químicos que se puedan presentar, especialmente en su paso por muros donde se deberán colocar elementos protectores tales como tubos concéntricos.

Como norma general no se admitirán los empalmes entre conductores y en caso de que sea imprescindible éstos se realizarán mediante soldadura o por medio de elementos conectores adecuados. Los recorridos serán lo más cortos posibles y sin cambios bruscos de dirección.

El instalador se atenderá en todo momento a lo dispuesto en el REBT sobre éste tipo de instalaciones, así como las indicaciones o normas que establezca la Dirección de obra y las demás reglamentaciones especiales que se refieren a éste tema.

Para la red de tierra se utilizará exclusivamente cable de cobre en las secciones indicadas en los documentos del proyecto en ningún caso inferiores a 50 mm<sup>2</sup> de sección.

La resistencia de la toma de tierra deberá ser la menor posible con respecto al terreno circundante considerándose como tal menos de 2 Ohm. En el caso de que la calidad del terreno contribuyese a obtener éste valor o no se encontrara en la zona apropiada que diera esos valores se procedería a ampliar la red de tierra con cable de cobre y electrodos en el número y dimensiones adecuado o a tratar el terreno químicamente para obtener la resistencia adecuada.

Todas las tomas de tierra de las casetas prefabricadas irán unidas entre si excepto las que se indiquen en los documentos del proyecto. De cualquier forma las tomas de tierra del sistema de protección serán siempre de resistencia inferior a cualquier otra existente en el edificio. Las tomas de tierra donde se conecten las bajantes dispondrán de registros al objeto de poder revisar periódicamente el estado de las mismas. Así mismo estos registros permitirán humedecer el suelo si el terreno fuera demasiado seco.

La instalación de toma de tierra se atenderá en todo momento a lo indicado en la CTE y a lo especificado en el RBT así como lo que sobre las mismas se dispone en el proyecto, en particular las

especificaciones técnicas del pliego de condiciones.

## **2.12. CABLEADO DE FIBRA ÓPTICA**

Se utilizará fibra óptica multimodo OM4 con ancho de banda modal efectivo (EMB) de 4700 MHz-km y las características siguientes:

- Apto para su uso interior/exterior.
- Tubo interior relleno de gel.
- Armadura metálica de acero corrugado.
- Estructura anti-humedad.
- Cubierta LSZH-FR (low smoke zero halogen).
- Resistente a radiación ultravioleta.
- No propagador de la llama (IEC 60332-1).
- No propagador del fuego (IEC 60332-3 & NFC 32070 C1).

## **2.13. GRUPO ELECTRÓGENO**

En los bombeos ubicados en zonas sensibles o que carezcan de la posibilidad de alivio en caso de parada eléctrica, se deberá instalar un grupo electrógeno con capacidad suficiente para alimentar a los equipos electromecánicos de la estación de bombeo (bombas, polipasto, rejillas, cuchara, etc.)

En su defecto se preverá conexión a cuadro general.

## **2.14. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de 1 unidad de extintor de eficacia equivalente 89 B en cada estación de bombeo

# **3. PRUEBAS**

## **3.1. PRUEBAS DE RECEPCIÓN. GENERAL**

Durante la recepción se verificará que la instalación está totalmente terminada y que todos los elementos están absolutamente de acuerdo con los documentos del proyecto, las órdenes de servicio establecidas posteriormente y las condiciones que se fijan en las instrucciones que específicamente le corresponden.

Los ensayos y comprobaciones que se realizarán la instalación serán los siguientes:

- Cumplimiento de las medidas de seguridad contra contactos directos.
- Cumplimiento de las prescripciones de seguridad según el tipo de local que corresponda.
- Existencia de conexiones equipotenciales cuando éstas sean preceptivas.
- Cumplimiento de las medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos.
- Protección contra sobre tensiones.
- Aislamiento de la instalación de acuerdo a lo dispuesto en la MI.BT017.
- Existencia de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos y de acuerdo con sus características sin condiciones de la instalación.
- Continuidad de los conductores de protección.
- Medida de la resistencia de tierra que deberá presentar los valores adecuados a la medida de

seguridad adoptada.

- Perfecta conexión de las masas con los conductores de protección.
- Unión y derivaciones de las conducciones en las cajas.
- Relación de todos los circuitos que componen la instalación.
- Secciones de los conductores empleados incluido el de protección. Asimismo se comprobarán la naturaleza y características de éstos.
- Identificación de los conductores neutro y de protección.
- Posibilidad de recambio en los diferentes aparatos sin que deje de funcionar la instalación.
- Emplazamiento y fijación de distintos aparatos y cajas.
- Perfecta visibilidad y audición de los aparatos receptores, así como el perfecto funcionamiento de todos los elementos de la instalación.
- Regulación adecuada de los relés de protección de la instalación.
- Regulación de los relés de tiempo de arrancado automático estrella- triángulo.
- Comprobación de los niveles de iluminación.
- Facilidad de retirar e introducir cables en los tubos cuando se emplee este tipo de instalación.
- Compensación de factor de potencia.
- Se comprobará, en pruebas nocturnas, el correcto funcionamiento del sistema de alumbrado, y se realizarán las conexiones y ajustes que sean necesarios, hasta que los luxómetros aprecien el índice de iluminación y regularidad lumínica requeridos.
- Pruebas funcionales de los circuitos de emergencia.
- Adaptación de los materiales a las normas UNE correspondientes.
- Se comprobará el suministro de planos y esquemas de la instalación por parte del instalador.

### 3.2. CABLES.

Los cables de alta tensión se someterán a un ensayo de alta tensión. La tensión de prueba será el 70% de la de prueba de rutina en fábrica. Para este ensayo los cables estarán instalados en su posición final con todos los empalmes completados. Los terminales deben dejarse sin completar para que los transformadores y aparatos no sean sometidos a la tensión de ensayo. Si se usan botellas terminales todo el trabajo Inteno de la botella debe estar completo incluido el relleno.

Los cables de baja tensión también serán sometidos a un ensayo de aislamiento. En particular, los de alumbrado, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre fase y tierra que se llevará a cabo después de que todos los aparatos (armaduras, tomas de corriente, etc.) hayan sido conectados, a excepción de la colocación de lámparas.

Deberá efectuar las pruebas de aislamiento y/o rigidez dieléctrica de los cables.

Las pruebas de aislamiento y continuidad de los cables serán:

- En las bobinas, cuando ello sea posible.
- Una vez tendidos.
- Inmediatamente antes de conectar en ambos extremos.

Se simularán todas las posibles maniobras, antes de proceder a energizar los cables de distribución, a fin de comprobar el correcto funcionamiento de todas las alarmas, disparos, relés, contactores, Interruptores y elementos de seguridad correspondientes.

TRANSFORMADORES.

Se medirá la resistencia de aislamiento entre el arrollamiento primario y el secundario, y entre arrollamiento y tierra.

En los de baño de aceite, se medirá la rigidez dieléctrica del aceite del transformador de acuerdo con las normas ASTM-D-117 ó VDE 0370/452. En caso de que la prueba indique baja resistencia dieléctrica, el líquido será filtrado hasta que los resultados sean satisfactorios.

Se hará una prueba del funcionamiento del relé Buchholtz y del elemento de temperatura con alarma y disparo.

### **3.3. APARAMENTA.**

Antes de poner los cuadros en tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fase y tierra. Las medidas deberán repetirse con los Interruptores en posición de funcionamiento, y contactos abiertos.

Todo el relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetros y voltímetros según se necesite.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corriente o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos adecuados funcionan.

Se comprobará y ajustará la alineación y el deslizamiento de los contactos de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes, se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra de los Interruptores en posición de cerrados y sin estar conectados.

Antes de que la aparamenta entre en funcionamiento, todos los Interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada Interruptor será cerrado y disparado desde su Interruptor de control. Los Interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán los enclavamientos correspondientes.

### **3.4. ENSAYOS VARIOS.**

Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y conexiones y se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.

Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico para verificar el funcionamiento adecuado al hacerles sonar simulando condiciones anormales.

Se comprobarán los cargadores de baterías para verificar el funcionamiento correcto de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

### **3.5. ENSAYOS DE AISLAMIENTO.**

El aislamiento será comprobado mediante pruebas de tensión y midiendo la resistencia de los conductores entre sí y entre éstos y tierra.

Durante el ensayo los conductores de la instalación o parte de ella que se compruebe incluido el neutro estarán desconectados de su línea de alimentación y si después de ésta operación el neutro continua unido a tierra será separado de ésta. Los aparatos de Interrupción estarán en la posición de cierre, los cortocircuitos fusibles montados y los aparatos receptores desconectados.

Para ensayar el aislamiento respecto a tierra se conectarán todos los conductores entre sí incluido el neutro el aislamiento se comprobará después sucesivamente entre cada dos conductores de la instalación incluyendo también el neutro.

Se efectuará para el conjunto de la instalación por trozos de aproximadamente

100 m separados del resto de la instalación mediante apertura de Interruptores o disyuntores o retirada de fusibles.

La resistencia de aislamiento se medirá bajo una tensión continua de 500 V como mínimo, uniendo el polo positivo de la fuente de energía a tierra cuando la medida se efectúe respecto a ésta.

Los valores obtenidos no serán inferiores a  $100 \times U$  Ohmios, siendo U la tensión de servicio en voltios entre las partes tomadas como base para las medidas. En ningún caso el valor medido podrá ser menor de 250.000 Ohm

El aislamiento se determinará mediante un ohmetro de rango 0.1 megaohmios, debidamente conexionado al circuito a ensayar, que previamente habrá sido desprovisto de suciedad y grasa, y la prueba se considerará satisfactoria siempre que la resistencia del aislamiento obtenida sea mayor de 0.25 megaohmios para circuitos a 220 voltios o de 1.38 megaohmios para circuitos a 380 voltios.

La continuidad se comprobará mediante un comprobador electrónico en la totalidad de los circuitos de cada cuadro eléctrico a controlar.

### **3.6. ENSAYOS DE TENSIÓN.**

El aislamiento de la instalación en su conjunto deberá resistir durante un minuto una tensión prácticamente senoidal de frecuencia 50 Hz y valor eficaz de  $(1000 + 2U)$  V con un mínimo de 1500 V, siendo U la tensión nominal de la instalación.

Se comprobará que la caída de tensión no exceda del cinco por ciento (5%) de la tensión nominal en ningún punto de la instalación de fuerza, ni del tres por ciento (3%) en ningún punto de la instalación de alumbrado.

La rigidez dieléctrica deberá ser asimismo controlada en todos y cada uno de los circuitos comprendidos en los cuadros de maniobra y control mediante dispositivos pertinentes. En caso de detectarse alguna anomalía en alguno de los circuitos generales habrá de repetirse el ensayo por circuitos parciales, hasta detectar el circuito afectado y procederá su reparación.

### **3.7. ENSAYOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS DE INTENSIDAD.**

Se comprobará visualmente y como la Dirección de obra estime oportuno que la intensidad de los distintos aparatos no es superior a la intensidad admisible de los conductores de alimentación a los mismos.

### **3.8. MEDIDA DE RESISTENCIA DE TIERRA.**

Se comprobará que las tierras tengan una resistencia siempre inferior a 2 Ohmios. Para ello las tierras se realizarán con picas o placas de cobre según se especifique en el proyecto, introducidas en caso necesario, en lechos de terreno formados por una mezcla de carbón y sales minerales, dando lugar a lo que se conoce como "tierras de conductividad mejorada".

Se comprobará las tensiones de paso y de contacto presentes en la instalación de A. T. y corregirá sus valores, si fuera necesario.

### **3.9. EFICACIA DE LA PROTECCIÓN DIFERENCIAL.**

Para comprobar esta protección se harán las operaciones siguientes:

- Conectar el Interruptor de prueba, con lo que el diferencial debe disparar.
- Comprobar que no se ha rebasado la resistencia a tierra máxima admisible.
- Comprobar que no se rebasa la intensidad diferencial de defecto, definida para cada aparato.
- El ensayo a realizar para comprobar estos puntos se hará conectando la masa del aparato a proteger a un conductor de fase por Intermedio de una resistencia regulable apropiada, con la ayuda de un voltímetro de rango 2500 V se mide la tensión entre la masa del aparato y una toma de tierra distante, aproximadamente 15 m. Se regula la resistencia de manera que la tensión sea sensiblemente igual a 24 V ó 50 V, según corresponda. A partir de este punto una reducción de

la resistencia regulable deberá hacer actuar inmediatamente el Interruptor.

### 3.10. MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Una vez puestas en servicio las baterías de condensadores de la instalación de alumbrado, se procederá a comprobar su eficacia mediante la medición del factor de potencia de la instalación. Cortada la alimentación de las restantes líneas y con el alumbrado general, dicho factor deberá ser superior a 0.82.

### 3.11. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Inmediatamente a la terminación del montaje de los transformadores se procederá a la medida de continuidad a los arrollamientos y de la resistencia de aislamiento entre fases si es posible y entre fases y carcasa.

Igualmente se medirá la resistencia de aislamiento de los circuitos eléctricos auxiliares.

- a) Ensayos a realizar antes de la puesta en servicio de cada transformador:
  - o Comprobación de continuidad en los cables de alimentación y salida.
  - o Medida de la resistencia de aislamiento en dichos cables y en los devanados del transformador.
  - o Medida de la resistencia de aislamiento en los circuitos eléctricos auxiliares.
  - o Comprobación de que el conexionado principal y auxiliar coincide con los planos aprobados para construcción.
    - Comprobación de que el conmutador de tensión se encuentra en la posición adecuada a la tensión de la red.
    - Verificar que la puesta a tierra del transformador es correcta.
- b) Puesta en servicio del transformador:
  - o Comprobación de que las lecturas de voltímetros son correctas. En caso contrario actuar sobre el conmutador de tensión en vacío.
  - o Se preparará un protocolo con los resultados obtenidos que será firmado por el jefe de obra d/a UTE eléctrico y por la dirección facultativa.

### 3.12. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA

Se procederá de acuerdo a la siguiente secuencia de actividades:

- Medida de la resistencia de aislamiento del embarrado principal, de los auxiliares y de los circuitos de maniobra, protección y medida de cada celda o cubículo. Para ello habrá que desconectar aquellos aparatos que puedan resultar afectados o puedan falsear la medida.
- Verificación de que la puesta a tierra es correcta.
- Sobre cada cubículo o celda, comprobación de que el conexionado de los cables procedentes de campo o de otros cuadros están realizados e identificados de acuerdo con los planos aprobados para construcción.
- Colocando el contactor o interruptor en la posición de prueba, comprobación desde la botonera en campo de que la actuación es correcta. Si existe algún elemento en campo de protección o arranque automático, comprobación del correcto funcionamiento actuando sobre los elementos primarios. Comprobación del funcionamiento de todas las protecciones (relés de protección, fusibles, manetas en el frente) y alarmas. Comprobación de transferencias manuales y automáticas.
- Tarado de los interruptores automáticos regulables de acuerdo con los esquemas unifilares.

- El tarado de los circuitos amperimétricos se realizará aplicando una intensidad apropiada en los primarios de los transformadores de medida de intensidad. Se verificarán dos puntos de la curva de actuación de cada interruptor automático.
- Se asegurará que los guardamotores, arrancadores y variadores han sido seleccionados acorde con la potencia del motor.
- Medida de aislamiento y continuidad en los cables de acometida al cuadro.
- Puesta en servicio del cuadro. Comprobación de las indicaciones y señalizaciones.

### 3.13. CIRCUITOS DE ALUMBRADO, TOMAS DE CORRIENTE, ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se procederá de acuerdo a la siguiente secuencia de actividades:

- Medida de la resistencia de aislamiento de cada circuito. Para ello se retirarán las lámparas.
- Comprobación de que la identificación de cables, cajas de derivación y luminarias, enchufes o niveles e interruptores locales corresponde con la reflejada en los planos aprobados para construcción.
- Comprobación de la correcta conexión a tierra de todos los elementos de la instalación.
- Puesta en servicio. Comprobación de la presencia de tensión en cada uno de los enchufes. Comprobación del funcionamiento de los interruptores locales. Medida de la intensidad en cada circuito, comprobando que las cargas están equilibradas. Contraste de la intensidad medida con el calibre de los interruptores automáticos.
- Prueba de funcionamiento de los interruptores diferenciales introduciendo una carga entre cada fase y tierra.

### 3.14. CONDUCTO DE BARRAS

En cada conducto de barras será medida la resistencia de aislamiento y se realizará una inspección visual para comprobar que el diseño cumple con las especificaciones y los requerimientos de montaje. La resistencia de aislamiento mínima será de 10 MΩ.

### 3.15. MOTORES

Se medirá la resistencia del aislamiento de los arrollamientos de todos los motores antes y después de conectar los cables de fuerza.

Se deberá comprobar la secuencia de fases, así como la polaridad de las mismas. Se comprobará el sentido de giro especificado.

Todos los motores deberán ponerse en marcha sin estar acoplados y rodar en vacío durante 4 horas, midiéndose la intensidad consumida y comprobando la ausencia de vibraciones anómalas. Después de acoplarse al equipo mecánico accionado por el motor, se volverán a poner en marcha con el equipo mecánico en vacío y se volverá a medir la intensidad y comprobar si se producen vibraciones.

- a) Resistencia de aislamiento. La medida de la resistencia de aislamiento referida a 40° C deberá ser superior:

Equipo	Megger	Megaohmios
Motores de 6000 V	5000 V	100
Motores menores de 600 V	500 V	30

En los casos en que la temperatura de la máquina no sea 40° C, la



lectura de la resistencia de aislamiento al cabo de un minuto deberá multiplicarse por el siguiente coeficiente de temperatura de resistencia de aislamiento ( $K_t$  40°C) de la siguiente tabla:

$T^a$ en devanados	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$K_t$ 40°C	0,065	0,09	0,13	0,19	0,25	0,36	0,50	0,70	1

b) Inspección:

- Antes de poner una máquina se deberá comprobar que puede rodar libremente, que tiene los rodamientos debidamente engrasados que los ejes están alineados, que las correas de transmisión están en condiciones, etc.
- Si la máquina tiene sistemas de protección especiales como termopares, resistencias de calefacción, alarmas, panel de control, etc., se comprobará su correcto funcionamiento, tanto mecánica como eléctricamente simulando todas las operaciones.
- Arrancar el motor desacoplado y comprobar el sentido de giro con el requerido de la máquina accionada. Todos los motores se pondrán en marcha desacoplados por un periodo mínimo de cuatro (4) horas.
- Durante el rodaje de la máquina se comprobará que las vibraciones, nivel de ruidos, calentamientos, humos, etc., están por debajo de los valores exigidos, y se contrastarán con los obtenidos en el ensayo realizado en fábrica.
- Arrancar el motor acoplado con la unidad accionada en vacío. Comprobar el número de segundos requeridos para alcanzar la velocidad plena.

### 3.16. PRUEBAS Y ENSAYOS DE OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES

Las pruebas y ensayos de instalaciones y equipos no incluidos en este PPTP, serán las que se especifican en las Normas, Reglamentos e Instrucciones que les sean de aplicación.

### 3.17. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de Interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.
- Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

- Cuando se exijan los certificados de ensayo, se enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

## 4. LEGALIZACIONES

Se realizará la legalización de la instalaciones de Baja Tensión, según la legislación vigente que le sea de aplicación, incluso proyecto técnico, suscrito por técnico titulado competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, Certificado de Dirección de Obra Eléctrica, Certificado de Instalación Eléctrica en Baja Tensión (antiguo Dictamen o Boletín eléctrico), Certificado de Inspección por Organismo de Control, Declaraciones responsables según modelos DGIEM, abono de tasas oficiales y cualquier otra documentación y gestión necesaria ante Organismos competentes para la Autorización y puesta en servicio de la instalación.

## 5. PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE

La UTE será responsable del material almacenado, cuidando de su racionalización, ordenación y de establecer las condiciones más convenientes para conservación de los equipos como:

- Energizar las resistencias de caldeo.
- Proteger contra la entrada de cuerpos extraños y de agua, mediante cierres de plástico.
- Situar los equipos en la posición correcta, evitando deformaciones en los materiales, roturas en indicadores, golpes, etc.
- La propiedad o sus representantes podrán tener acceso a este almacén para comprobar la existencia y condiciones del material.
- En el material eléctrico “Ex” no se permitirá la realización de taladros ni la ejecución de modificaciones que puedan suponer la pérdida del certificado de conformidad.
- Durante el montaje se protegerán las botoneras e interruptores locales con plástico para evitar entrada de agua por los taladros.
- Se sellarán con pasta las cajas terminales de los motores.
- Los tendidos de cables discurrirán en alineaciones paralelas o perpendiculares al eje de la planta o al nivel del terreno, evitando tendidos oblicuos que dificulten su seguimiento y faciliten las roturas.

### 5.1. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS

La UTE verificará los cálculos, los cuales efectuará en consonancia con la Reglamentación y Normativas vigentes en este Proyecto, así como las normas de la compañía suministradora de energía eléctrica, con respecto a cargas, potencia de cortocircuito, sobretensiones, etc., equipándose además la instalación con los dispositivos de protección adecuados para una rápida desconexión en caso de anomalías.

Así mismo, una vez seleccionados la aparamenta y los relés de protección, realizará el estudio de selectividad y regulación, puesta a punto y calibrado de relés, disyuntores y cualquier otro elemento de protección en la instalación.

### 5.2. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN EL MONTAJE DE EQUIPOS

La UTE verificará que la posición y elevaciones de las cimentaciones están de acuerdo con los planos, y que el plano de apoyo y la posición y longitud de los pernos de anclaje son los correctos con respecto al equipo. Asimismo, comprobará los diámetros de los taladros, para acoplar los pernos de

anclaje en las silletas y estructuras metálicas.

La UTE deberá prever con su material, chapas de espesor necesario para conseguir la perfecta nivelación del equipo, excepto motores. La tolerancia máxima permitida, con respecto a la vertical, será de 1 mm por cada 5 m. Será obligación dla UTE corregir en sentido contrario la inclinación del equipo, por defecto de construcción, hasta conseguir que quede por debajo de los límites de tolerancia.

Soldará a la estructura, si fuera necesario, previa autorización de la Dirección de la Obra, los perfiles metálicos precisos para anclaje y soportes de los equipos.

Realizará los posibles taladros que se precisaren para el paso y acceso de los cables a los paneles y cuadros.

La UTE prestará especial atención a la sujeción, conexión y fijación de los cables, a fin de que no se produzcan esfuerzos ni tensiones sobre los cuadros y paneles o sus elementos Internos.

La UTE se cuidará especialmente del suministro, uso y desmonte de los medios de elevación necesarios para la ejecución del trabajo y transporte, poniendo especial atención en la seguridad en la manipulación de los distintos elementos.

El personal dla UTE no podrá desmontar y/o montar accesorios u órganos Internos y/o externos de cuadros y equipos, sin la previa autorización de la Dirección de la Obra.

Si en el transcurso de la obra fuese necesario realizar el montaje de equipos especiales, se respetarán las normas siguientes:

Deberán ser realizadas todas las operaciones preliminares y/o descritas en los párrafos anteriores, en cuanto les concierna.

Su almacenamiento y pruebas, como ya se ha mencionado, serán efectuados en el más estricto acuerdo con las normas de los fabricantes.

### **5.3. MONTAJE DEL CABLEADO**

En el tendido de cables se tendrá especial cuidado en evitar torsión, doblado, tracción excesiva, presión y curvaturas muy pronunciadas. El radio mínimo de curvatura será:

- Cables de baja tensión: 12 veces el diámetro.
- Cables de alta tensión: 15 veces el diámetro.

En las tiradas de cable no se admitirán empalmes aunque sean manguitos, ni derivaciones intermedias, motivadas por errores en las mediciones u otras causas. Para ello, se utilizarán siempre alojamientos y materiales adecuados al tipo de cable y previamente determinados (cajas de empalme o derivación en cable de baja tensión, arquetas, celdas de distribución, etc.).

En sus extremos, los cables se conectarán a los aparatos u otras líneas, según los siguientes criterios:

- Cables BT: Mediante terminal a presión y encintado con cinta aisladora adecuada.
- Cables AT:
  - o Intemperie: botella terminal de porcelana o similar.
  - o Interior: cables de papel impregnado: botella terminal de porcelana o similar. Cables de plástico: terminal a presión encintado, con cono deflector.

Al realizar el montaje de los conductores y de sus canalizaciones correspondientes deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Ausencia de cualquier posibilidad de corrosión por productos existentes en la zona del tendido, que puedan atacar a los cables y a los sistemas de conducción o fijación
- Clasificación eléctrica de la zona.

- Ausencia de focos de calor que puedan afectarlos
- Posibilidad de soportes para tubos, bandejas o cables directamente grapados.
- Posibilidad de efectuar excavaciones o taladros.
- Margen para futuras ampliaciones.

Los cables deben montarse en un solo tramo entre puntos de acometida y destino. En principio, solamente se admitirán empalmes y conexiones en aquellas líneas que se utilicen conjuntamente para dar servicio a varios equipos, para las cuales se utilizarán cajas de conexión y derivación aprobadas.

En casos especiales, donde necesariamente se deban efectuar empalmes o conexiones, éstos se efectuarán previa aprobación por la Dirección de la Obra, y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y de las normas o reglamentos vigentes en cajas de empalme adecuadas y según sea para cables de tendido aéreo o subterráneo con los prensaestopas necesarios.

Los cables se conectarán a los equipos y a las cajas por medio de prensaestopas adecuados a la zona y siendo en cualquier caso de doble cierre para los cables armados.

Los cables de fuerza y de control irán siempre separados en cables independientes. Los cables de control podrán incluir entre sus conductores los que de amperímetros, luces de señalización y resistencias de calefacción.

Los conductores de reserva de los cables se conectarán siempre a bornes de reserva.

Los cables unipolares se agruparán por ternos en su tendido.

#### **5.4. DERIVACIONES Y CONEXIONES**

Para las líneas principales de puesta a tierra, los empalmes y conexiones subterráneos se efectuarán con soldadura aluminotérmica, CADWELD o THERMOWELD o similar, y los aéreos con terminales a presión.

Los cables de alimentación de equipos suministrados por otros serán conexiónados en ambos extremos por la UTE, siempre coordinando su trabajo en el tiempo y en la forma según las instrucciones de la Dirección Técnica. La UTE realizará las conexiones en el lado de los equipos siguiendo las instrucciones del instalador de los mismos

##### **5.4.1. Instalación subterránea**

Los tubos para el cableado se tenderán ordenadamente en zanjas, distribuidos con separadores horizontales y verticales entre ellos.

A ser posible, los cables de control para los motores de baja tensión se tenderán adyacentes a los cables de potencia de sus correspondientes motores y los cables de control para los motores de media tensión se tenderán en la parte de la zanja correspondiente a baja tensión.

La UTE eléctrico rellenará las zanjas poniendo especial cuidado en las siguientes operaciones:

- El fondo de la zanja se dejará tan nivelado como sea posible antes de rellenarlo con arena u hormigón.
- El lecho de arena o de hormigón se nivelarán y compactarán antes de tender la primera capa de tubos. A continuación, la capa superior de arena u hormigón se nivelará y compactará y , posteriormente se realizará un relleno de 30 cm utilizando árido de machaqueo 0-60 todo uno compactado antes de colocar la plancha protectora de PVC en color amarillo.
- El relleno sobre la plancha protectora de PVC se realizará utilizando árido de machaqueo 0-60 todo uno compactado.

Cuando los cables crucen carreteras, se les protegerá mediante tubos de PVC de diámetro mínimo 150 mm de diámetro y pared gruesa, embebidos en hormigón (dado de hormigón). Se preverá

un 30% de tubos de reserva.

Cuando los cables salgan del suelo se les protegerá con tubos metálicos rígidos o manguitos de tubo. Los manguitos se prolongarán un mínimo de 150 mm bajo el nivel del terreno y 250 mm sobre el mismo nivel. Los manguitos estarán rodeados por un dado de hormigón de 75 mm de espesor. El dado de hormigón se prolongará 150 mm tanto por debajo como sobre el nivel del terreno.

Los cables que entren en edificios bajo el nivel del terreno, atravesarán las cimentaciones de éstos bajo tubo conduit o tubos de PVC que serán colocados por el constructor de los edificios. El hueco entre el cable instalado y tubo conduit o PVC se rellenará y sellará a prueba de líquidos.

Los cables que suban instalaciones elevadas sobre el suelo cruzarán el piso del edificio por agujeros adecuados. Una vez que se hayan tendido los cables, la UTE eléctrico sellará los huecos entre agujeros y cables para asegurar su estanqueidad.

Los cables subterráneos se identificarán con marcadores de plomo con el número de cable estampado. Estos marcadores se sujetarán al cable a intervalos máximos de 20 m y a 50 mm de los extremos y de las entradas y salidas de los bloques de hormigón prefabricados o tubos y en cada empalme. Los puntos de marcado de los cables se identificarán exteriormente en la zanja.

Durante el periodo de construcción, todos los extremos de conducciones que hayan de quedar abiertos temporalmente se taponarán contra la entrada de polvo y humedad.

Las bocas de entrada de los tubos se protegerán para evitar que puedan dañar los cables, mediante boquillas de protección.

Los cables serán completos en una sola longitud, desde una punta a la otra. Cuando los empalmes sean imprescindibles, se realizarán subterráneos, previa autorización del director facultativo, en un lateral de la zanja. Se preverá un sistema de señalización sobre el terreno para una inmediata identificación de los empalmes de cables de media tensión.

Todos los extremos provisionales de los cables, se protegerán contra la suciedad y humedad para evitar que dañe su aislamiento. A tal fin, todos los extremos de los cables con aislamiento de PVC o polietileno reticulado se encintarán con una cinta aislante aprobada de PVC o goma. La cinta aislante normal y en general las textiles están prohibidas.

En instalación enterrada bajo tubo, se preverán arquetas para el tendido de cable, cada 50 m como máximo y en cada cambio de dirección. Los tubulares tendrán una pendiente pequeña para evitar la acumulación de agua. Su superficie interior será lisa y el tendido de cable por tracción no deberá propasar el esfuerzo de 6 kg/mm<sup>2</sup>.

#### **5.4.2. Instalación aérea**

Para la instalación aérea con cables o tubos fijados a paredes ó techos, se utilizarán abrazaderas a una separación que se deberá justificar.

Siempre que exista la posibilidad de daño para el cable, se instalará un tubo hasta una altura de 2 m.

Siempre que haya cables de diferente tensión en la misma bandeja, se agruparán por clases de tensión. Si se usan bandejas múltiples, la agrupación de tensiones se realizará por bandejas, a ser posible.

Las bandejas de cables se soportarán cada 2 m o menos en tendido longitudinal (basado en una carga uniforme de 75 kg/m y 3 m de vano) y sus recorridos se elegirán de forma que se evite la posibilidad de daños mecánicos.

Las bandejas que lleven cables de control de instrumentos, no pueden tener más de dos capas.

Los cables se dispondrán de manera que se reduzcan al mínimo los cruces.

Cuando sea necesario hacer derivaciones en los cables, se utilizarán cajas de derivación adecuadas, con los prensaestopas necesarios. Los conductores individuales se conectarán por medio de

conectores a presión, sin soldadura, o de tornillo, suministrados con la caja o bien unidos a ella por medio de soportes aislantes.

Las entradas de cables a las cajas de unión se preverán, si es posible, por la parte inferior de las mismas y se realizará una coca con el cable, si el diámetro de éste lo permite.

Cuando los cables contengan un conductor de tierra, como ocurre en la alimentación a motores de baja tensión, será continuo desde el punto de alimentación hasta el equipo. Cuando el equipo, cajas de derivación, etc., esté equipado con terminales de tierra, el conductor de tierra se conectará a ellos. En caso contrario, la UTE tendrá que realizar una conexión adecuada. Los tornillos de sujeción de la tapa no se consideran adecuados para este fin.

Los cables se conectarán a los equipos por medio de accesorios terminales adecuados.

En las acometidas con los cables de baja tensión se realizará una coca, si su diámetro lo permite. Esta coca se fijará con brida de plástico apta para montaje en intemperie.

Se prestará especial atención a la conexión de los cables de interruptores, cajas de pulsadores, arrancadores, etc., antideflagrantes, en emplazamientos con peligro de explosión. Cuando se especifique prensaestopas antideflagrante, su anillo de goma para la retención del cable será de la medida exacta de éste. Cuando se empleen cortafuegos en lugar de prensaestopas antideflagrantes, se rellenarán con fibras y resinas de sellado adecuadas después de probado el cable.

Las prolongaciones desde el tendido subterráneo de cables armados hasta los equipos en áreas clasificadas como Zona 1-21 serán continuas y no se permitirá ningún empalme o derivación.

Los cables se instalarán en un solo tramo; cuando no sea posible, los empalmes se realizarán usando kits de empalme embebido en resina.

Cada cable se identificará mediante bandas de plomo fijadas con alambre de acero inoxidable, resistente a la corrosión, con el número del cable estampado. Éstas se pondrán en los cables siempre que éstos entren o salgan de bandejas o tuberías, y a intervalos de 12 m como máximo, y próximos a las cajas de derivación cuando éstas existan.

En tendidos largos se preverá que los cables puedan expansionarse sin que les afecte las dilataciones de los soportes del cable producidas por cambios de temperatura.

El tamaño de los tubos se determinará teniendo en cuenta que 3 ó más cables no ocupen más del 40% de la sección del tubo, 2 cables más del 30% y 1 cable más del 50%.

El trazado de tubos se dispondrá de forma que los cables se tiendan fácilmente.

No se permitirán más de dos codos de 90° entre cajas de empalme.

Los codos de los tubos, tendrán un radio de curvatura no inferior a diez veces el diámetro exterior del mismo y deberán hacerse con una máquina curvadora adecuada que no deforme la sección circular del tubo.

## 6. MEDICIÓN Y ABONO

Las instalaciones eléctricas se mediarán y valorarán por las unidades( Ud, m,...) y alcance que figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento en su concepción de unidad totalmente terminada.

## 7. ESPECIFICACIONES EQUIPOS ELÉCTRICOS

EDIFICIO PREFABRICADO HORMIGÓN  
CABINAS PREFABRICADAS CGM  
TRANSFORMADOR DE POTENCIA 630 KVA  
PUESTA A TIERRA CT Y CS  
BATERÍAS DE CONDENSADORES FIJAS CT  
CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)  
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM1)  
BATERÍA DE CONDENSADORES 340 KVA<sub>r</sub>  
GRUPO ELECTRÓGENO 450 KVA INSONORIZADO  
VARIADORES DE FRECUENCIA  
CABLE ELÉCTRICO AT RHZ1, 150mm<sup>2</sup> AL  
CABLE DE COBRE RV 0,6/1 KV  
CABLE DE COBRE RVKV-K 0,6/1 KV APANTALLADO  
CABLE DE COBRE DESNUDO  
BANDEJA PVC PERFORADA  
TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO  
CAJA ESTANCA CON PULSADOR DE MARCHA  
CAJA ESTANCA CON DOS PULSADORES DE MARCHA  
LUMINARIA EXTERIOR  
PANTALLA LED ESTANCA  
PROYECTOR INDUSTRIAL INTERIOR 10500 Lm  
LUMINARIA DE EMERGENCIA LED  
PARARRAYOS

<b>OBRA:</b>		
<b>EDIFICIO PREFABRICADO HORMIGÓN</b>		
Servicio: Alojamiento equipos MT	Revisión: 0	Fecha:

### **EDIFICIO PREFABRICADO HORMIGÓN PARA ALOJAR EQUIPO MT**

Marca: Ormazabal o similar  
Modelo: PFU o equivalente

Los Edificios PFU para Centros de Seccionamiento o Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la apartamta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

#### **- ENVOLVENTE**

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

#### **- PLACA PISO**

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### **- ACCESOS**

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

#### **- VENTILACIÓN**

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.



**- ACABADO**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

**- CALIDAD**

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

**- ALUMBRADO**

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

**- VARIOS**

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

**- CIMENTACIÓN**

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

<b>OBRA:</b>		
<b>CABINAS PREFABRICADAS CGM</b>		
Servicio: Centro de Seccionamiento	Revisión: 0	Fecha:

### **CELDA DE ENTRADA/SALIDA DE LÍNEA**

Marca: Ormazabal o similar

Modelo: CGM-cosmos

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

#### **- Base y frente**

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### **- Cuba**

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

#### **- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra**

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- **Mando**

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- **Conexión de cables**

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- **Enclavamientos**

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMcosmos es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- **Características eléctricas**

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

- Tensión nominal 24 kV

- Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases 50 kV a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases 125 kV a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

- **Celdas de línea**

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- **Características eléctricas:**

Tensión asignada 24 kV

Intensidad asignada 400 A Intensidad de corta duración (1 s), eficaz 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta 40 kA Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV Capacidad de cierre (cresta) 40 kA

**Capacidad de corte**

- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

Ancho: 365 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 95 kg

Mando interruptor manual tipo B

### **Celda seccionamiento compañía**

La celda CGMcosmos-S Ptd de interruptor pasante con puesta a tierra a la derecha, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra (derecha) del embarrado. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### **- Características eléctricas:**

Tensión asignada 24 kV

Intensidad asignada 400 A Intensidad de corta duración (1 s), eficaz 21 kA  
Intensidad de corta duración

(1 s), cresta 52,5 kA Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases 50 kV Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta) 125 kV

Capacidad de cierre (cresta) 52,5 kA Corriente principalmente activa:400 A

#### **- Características físicas:**

Ancho: 450 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 105 kg

- Mando interruptor manual tipo B

### **Celda de protección General**

La celda CGM cosmos-P de automáticos, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal enchufables, y en serie con él, un conjunto de automáticos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### **- Características eléctricas:**

• Tensión asignada 24 kV

• Intensidad asignada 400 A

• Intensidad asignada en la derivación: 200 A

• Intensidad fusibles: 3x63 A

- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases 50 kV Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta) 125 kV

- Capacidad de cierre (cresta) 40 kA
- Capacidad de corte (corriente principal activa) 400 A

- **Características físicas:**

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 140 kg

- **Otras características constructivas:**

- Mando interruptor automático: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados
- Relé de protección: ekorRPG-201A

**Celda de medida**

La celda CGMcosmos-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- **Características eléctricas:**

- Tensión asignada: 24 kV

**Características físicas:**

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

- **Otras características constructivas:**

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

\* Transformadores de tensión

Relación de transformación: 22000/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible en permanencia 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8

horas

Medida

Potencia: 50 VA

Clase de precisión: 0,5

\* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 50 - 100/5 A

Intensidad térmica: 200 In Sobreint. admisible en permanencia:  $F_s \leq 5$  Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,5 s

### **Celda seccionamiento cliente**

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### **- Características eléctricas:**

- Tensión asignada 24 kV
- Intensidad asignada 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases 28 kV Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta) 75 kV

- Capacidad de cierre (cresta) 40 kA
- Capacidad de corte (corriente principal activa) 400 A

#### **- Características físicas:**

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

#### **- Otras características constructivas:**

- Mando interruptor : manual tipo B

Módulo metálico tipo CGM, de 365 mm de ancho por 735 mm de fondo por 1.740 mm de alto que utiliza el SF6 como medio de extinción y aislamiento, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los siguientes aparatos y materiales.

Interruptor - seccionador 111: De 3 posiciones con corte en SF6

Intensidad asignada:	400 / 630 A
Tensión nominal:	24 kV
Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:	
A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto:	50 kV ef.
A impulso tipo rayo:	125 kV cresta.
Intensidad admisible de corta duración (1s.):	16 KA
Intensidad de cresta de corta duración:	40 KA cresta
Mando:	Manual
Control de presencia de tensión:	Bloque de 3 lámparas de señalización de presencia de tensión
Juego de barras tripolar:	400 / 630 A
Enclavamiento:	Por cerradura
Intensidad de cortocircuito:	Condicionada a la potencia de cortocircuito que indique la compañía suministradora.
Normas:	UNE-EN 60298, UNE-EN 60129, UNE-EN 60265-1, UNE-EN 60694, CEI 60298, CEI 60129. CEI 60265 y CEI 60298
Incluye:	
Cable de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> , para puesta a tierra del aparellaje.	
Pequeño material	

<b>OBRA:</b>		
<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA 630 KVA</b>		
Servicio: CENTRO DE SECCIONAMIENTO	Revisión: 0	Fecha:

### TRANSFORMADOR DE POTENCIA 630 KVA

Transformador llenado integral, UNE 21.428-1 marca Ormazabal, de interior y en baño de aceite mineral.

Características:

- Potencia nominal: 630 kVA.
- Relación: 20/0.42 KV.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 230V entre fases y neutro(\*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Ormazabal o similar, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 630 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
  - Regulación en el primario: +2,5% +5%.
  - Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
  - Tensión de cortocircuito: 6 %.
  - Grupo de conexión: Dyn11.
  - Nivel de aislamiento:
  - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
  - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min 50 kV.
- Intensidad admisible: 400 A. (interruptor y embarrado)
- Intensidad admisible de corta duración(1s.): 16 KA
- Intensidad de cresta de corta duración: 40 KA cresta
- Ventilación: ONAN
- Intensidad de cortocircuito: Condicionada a la potencia de cortocircuito
- Normas:

UNE - EN 60298, UNE-EN 60129, UNE-EN 60265-1, UNE-EN 60694, CEI 60298, CEI 60129, CEI 60265, CEI 60298 y CEI 60420.

- Protección de gas-presión-temperatura por relé DMCR.

(\*)**Tensiones según:**

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada)(HD 472:1989)
- UNE 21428 (96)(HD 428.1 S1)

#### CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 150 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

#### CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 240mm<sup>2</sup> Al para las fases y de 240mm<sup>2</sup> Al para el neutro.



<b>OBRA:</b>		
<b>PUESTA A TIERRA CT Y CS</b>		
Servicio: PUESTA A TIETTA	Revisión: 0	Fecha:

El Centro de Seccionamiento y de Transformación dispondrán de los siguientes sistemas de puesta a tierra, completamente independientes entre sí:

- Un sistema de protección, para puesta a tierra de chasis de cabinas prefabricadas, chasis de transformadores de potencia, mallas de cables de media tensión, etc.
- Tantos sistemas de puesta a tierra de servicio, como tranformadores de potencia existan en el centro de transformación. Estos sistemas serán para puesta a tierra del neutro correspondientes.

Los cables serán en general de cobre desnudo, de sección mínima 35 mm<sup>2</sup>.

Los electrodos, serán en todos los casos picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 18,3 mm de diámetro.

Las uniones entre cables y electrodos serán mediante soldaduras aluminotérmicas.

En el sistema de puesta a tierra de protección, deberá incluirse un puente de corte y comprobación.

<b>OBRA:</b>		
<b>BATERÍAS DE CONDENSADORES FIJAS CT</b>		
Servicio: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Revisión: 0	Fecha:

### BATERÍA DE CONDENSADORES FIJAS CT

- Marca: Circutor o similar  
Modelo: OPTIM FRM o equivalente
- Características:
- Potencia: 20 kVAr  
Tensión asignada: 400 V trifásicos a 50 Hz.
- Escalón formado por:
- Condensador Varplus2 (sobredimensionado a 480 V) con sistema de seguridad HQ:
  - Condensador Varplus2 (sobredimensionado a 480 V) con sistema de seguridad HQ:
    - Fusible HPC.
    - Membrana de sobrepresión.
    - Resistencia de descarga: 50 V 1 minuto.
  - Contactores Telemecanique específicos para la maniobra de condensadores.
  - Compact NS. (\*)
  - Regulador energía reactiva.
- Nivel de aislamiento:
- 0,66 kV.
  - Resistencia 50 Hz 1 minuto: 2,5 kV.
- Corriente máxima admisible: 1,3 In (400 V).  
Valor de la Icc del embarrado: 35 kA, 1 seg.  
Tensión máxima admisible (8 horas sobre 24 horas, según IEC 60831): 10 % Un.  
Categoría de temperatura (400 V):
- Temperatura máxima: 40 °C.
  - Temperatura media sobre 24 h: 35 °C.
  - Temperatura media anual: 25 °C.
  - Temperatura mínima: -5 °C.
- Grado de protección: IP21.  
Autotransformador 400/230 V integrado.  
Armario fijado al suelo.  
Conexión del cableado de potencia por la parte inferior mediante tapa pasacables.

<b>OBRA:</b>		
<b>CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)</b>		
Servicio: SALA DE CUADROS	Revisión: 0	Fecha:

### CUADRO GENERAL DEL BAJA TENSIÓN (CGBT)

Marca: Schneider o similar

Tensión Nominal de Aislamiento

- Circuito principal: 1000 V alterna
- Circuito auxiliar: 380 V alterna
- Intensidad de Cortocircuito
- Corriente asignada de corta duración admisible: 50 KAeff/1 seg.
- Corriente asignada de cresta admisible hasta 105 KA

Están formados por una serie de paneles, contruidos en chapa de 2 mm de espesor, pintados en beige prisma para cubierta y puertas.

- Grado de protección IP-547
- Cada panel corresponde a las siguientes dimensiones
- Altura: 2000 mm
- Longitud: 800 mm
- Profundidad: 500 mm

#### CHAPA:

El cuadro estará formado por columnas contruidas en chapa de acero, laminada en frío, de 2mm de espesor, con refuerzos en las aristas que le confieren una rigidez equivalente a la chapa de.

#### REVESTIMIENTO

Pintura termoendurecida a base de resina Epoxy en polvo y secado al horno

Conteniendo el siguiente aparellaje:

Con las siguientes entradas.

#### **Contiene las siguientes entradas**

- Acometida desde los transformadores con:
  - Interruptor automático tretrapolar de 2000 A con reles magnetotermicos, protección diferencial, mando eléctrico motorizado y enclavamiento con la protección del transformador y 35 kA de poder de corte
  - Transformadores de intensidad relación: 1600/5 A.
  - 1 analizador de redes con comunicación a Ethernet
- Entrada desde grupo electrógeno.
- Entrada desde el Cuadro de Control y Distribución de la instalación solar

#### **Salidas:**

- -1 Interruptor general automático magnetotérmico III de 1600 A con mando manual y bobina de mínima tensión para una tensión de 400 V para batería de condensadores.
- -1 Interruptor general automático magnetotérmico III+N de 1250 A con mando manual y bobina de mínima tensión para una tensión de 400 V para CCM1.
- -1 Interruptor general automático magnetotérmico III+N de 10 A para alimentación del equipo de protección de sobretensiones
  - o .1 Juegos de barras 3P+N+P de 1.600 A
  - o .1 Protección contra sobretensiones
- -1 Equipos de medida de potencia
- -1 Transformador de intensidad 5/5
- -1 Transformador de intensidad relación 1.600/5 A.

- -1 Transformador de mando 400/230 V 1.250 VA
- -1 Transformador de mando 230/24 V
- -3 Analizadores de red
- -1 Alumbrado interior del cuadro con lámpara fluorescente
- -1 Resistencia de caldeo con termostato -1 Cableado, bombas y material auxiliar.

Incluye.

- Ventilador y resistencia de caldeo, para la disipación del calor producido
- Analizador de red para la medida de magnitudes eléctricas en la acometida del transformador. Estos analizadores dispondrán de salidas analógicas, de pulsos y comunicación RS 232/485.

<b>OBRA:</b>		
<b>CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM1)</b>		
Servicio: SALA DE CUADROS	Revisión: 0	Fecha:

### **CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM1)**

Marca: Merlín Gerin o similar

Centro de control de motores formado por 11 columnas de 800 mm de longitud por 2200 mm, de altura x 600 mm de profundidad con una configuración 4B

#### **ACOMETIDAS**

- 1 interruptor tetrapolar, automático, magnetotérmico,
- Equipo electrónico para la medida de 3 tensiones y 3 intensidades, incluso 3 transformadores de corriente, con salida ETHERNET.

#### **COLOCACIÓN**

- Sala independiente y ventilada.

#### **TENSIÓN NOMINAL DE AISLAMIENTO**

- Circuito principal: 1.000 V. alterna
- Circuito auxiliar: 380 V. alterna

#### **INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO**

- Construcción estándar: 10 KA eficaces; 105 KA de cresta

#### **CHAPA:**

El cuadro estará formado por columnas construidas en chapa de acero, laminada en frío, de 2mm de espesor, con refuerzos en las aristas.

#### **REVESTIMIENTO**

Pintura termoendurecida a base de resina Epoxy en polvo y secado al horno

#### **ACOMETIDA A**

Una celda módulo, doble profundidad, llevando montado sobre chasis fijo el siguiente material:

- Interruptor automático magnetotérmico, con relé de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, regulable en umbral y temporización.
- Transformadores de intensidad.
- Analizador de red con dos salidas analógicas, dos salidas digitales y una salida ethernet de datos para integrar las medidas en la red de la planta.
- 1 Transformador monofásico de tensión 380/220 V.c.a., para el circuito de maniobra, de 200-1500 VA.
- 1 Transformador monofásico de tensión 380/24 V.c.a., para el circuito de mando, de 200-1500 VA.
- Disyuntores automáticos para la protección del los trafos (en primario y secundario).
- Bornas marcadas y conexiones efectuadas.

#### **SEÑALIZACIÓN**

Se dotará de los contactos adecuados para que señalice interruptor activado o defecto (actuación de cualquier protección). Pulsador de prueba de lámparas temporizado.

#### **SALIDA A**

Motores hasta 18 KW, un sentido de marcha.

Celda módulo, llevando montado sobre el carro doble extraíble el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de mando.
- 2 Interruptores bipolares magnetotérmicos para protección de los circuitos de mando y señalización, y de maniobra.
- Disyuntor tripolar automático magnético y contacto auxiliar instantáneo de señalización de defecto.
- 1 Contactor tripolar, bobina a 220 V. c.a. con relé de mando a 24 V. c.a. 50 Hz, con un bloque aditivo 2 NA + 2 NC + un contacto de señalización de defecto.
- 1 Relé indirecto de protección diferencial de 300 mA. con transformador toroidal.

- 3 Relés auxiliares con tres contactos NA + AC, con bobina a 24 V si procede.
- Relé de protección térmica.
- 3 Pinzas desenchufables para salida del circuito de potencia.
- Bornas desenchufables para salida del circuito de mando.
- Conexiones efectuadas.

#### **SOBRE PLACA FRONTAL DEL CARRO**

- 1 Piloto "Marcha".
- 1 Piloto "Defecto".
- 1 Pulsador "Parada-rearme" del relé térmico.

#### **SOBRE LA PUERTA**

- 1 Etiqueta de identificación de la celda.
- 1 Maneta de maniobra con posibilidad de enclavamiento por candado en posición "Abierto" y enclavamiento de puerta en posición "Cerrado".

#### **SALIDA B**

Motores hasta 18 KW, dos sentidos de marcha.

Celda módulo, llevando montado sobre el carro doble extraíble el siguiente material

- 3 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de mando.
- 2 Interruptores bipolares magnetotérmicos para protección de los circuitos de mando y señalización, y de maniobra.
- Disyuntor tripolar automático magnético y contacto auxiliar instantáneo de señalización de defecto.
- Relé indirecto de protección diferencial de 300 mA., con transformador toroidal.
- 1 Inversor tripolar, bobina 220/24 V (bobina a 220 V con relé de mando a 24 V), 50 Hz, con un bloque aditivo 2 NA + 2 NC + contacto de señalización de defecto.
- 3 Relés auxiliares con tres contactos NA + NC, con bobina a 24 V si procede.
- Relé de protección térmica.
- 3 Pinzas desenchufables para salida del circuito de potencia.
- Bornas desenchufables para salida del circuito de mando.
- Conexiones efectuadas.

#### **SOBRE PLACA FRONTAL DEL CARRO**

- 1 Piloto Posición 1.
- 1 Piloto Posición 2.
- 1 Piloto "Defecto".
- 1 Pulsador "Parada-rearme" del relé térmico.

#### **SOBRE LA PUERTA**

- 1 Etiqueta de identificación de la celda.
- 1 Maneta de maniobra con posibilidad de enclavamiento por candado en posición "Abierto" y enclavamiento de puerta en posición "Cerrado".

#### **SALIDA C**

Motores de potencia superior a 18 kW.

Celda módulo, llevando montado sobre el carro doble extraíble el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de potencia
- 2 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de mando
- 2 Interruptores bipolares magnetotérmicos para protección de los circuitos de mando y señalización, y de maniobra.
- 1 Disyuntor tripolar automático magnético y contacto auxiliar instantáneo de señalización de defecto
- Relé indirecto de protección diferencial de 300 mA., con transformador toroidal
- 1 arrancador electrónico según especificaciones de ficha técnica correspondiente
- 3 Relés auxiliares con tres contactos NA + NC, con bobina a 24 V si procede
- Relé de protección contra sobrecarga, fallo de fase, asimetría y térmica a través de CTP
- 3 Pinzas desenchufables para salida del circuito de potencia
- Bornas desenchufables para salida del circuito de mando
- Conexiones efectuadas

### **SOBRE PLACA FRONTAL DEL CARRO**

- 1 Piloto "Marcha".
- 1 Piloto "Defecto".
- 1 Pulsador "Parada-rearme" del relé térmico.

### **SOBRE LA PUERTA**

- 1 Etiqueta de identificación de la celda.
- 1 Maneta de maniobra con posibilidad de enclavamiento por candado en posición "Abierto" y enclavamiento de puerta en posición "Cerrado".

### **SALIDA D**

Motores con variador de frecuencia instalado en armario exterior a CCM.

Celda módulo, llevando montado sobre el carro doble extraíble el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de mando.
- 2 Interruptores magnetotérmicos para protección de circuitos de mando y señalización
- 1 Disyuntor tripolar automático magnético y contacto auxiliar instantáneo de señalización de defecto.
- Relé indirecto de protección diferencial ajustable en intensidad y tiempo, con transformador toroidal, asociado al interruptor automático.
- 1 Variador de frecuencia (instalado en armario exterior al CCM)
- 3 Relés auxiliares con tres contactos NA + NC, con bobina a 24 V .c.a. si procede.
- 3 Pinzas desenchufables para salida del circuito de potencia.
- Bornas desenchufables para salida del circuito de mando.
- Conexiones efectuadas.
- 1 Transformador de intensidad X/5 A. (Motores de potencia superior a 18,5 Kw)
- Protecciones integrados en variador ante sobrecarga, fallo de fase, defecto a tierra, bloqueo inversión de fases, subcarga y térmica a través de CTP. (Para motores de potencia superior a 18,5 Kw.)

### **SOBRE PLACA FRONTAL DEL CARRO**

- 1 Piloto "Marcha".
- 1 Piloto "Defecto".

### **SOBRE LA PUERTA**

- 1 Etiqueta de identificación de la celda
- 1 Maneta de maniobra con posibilidad de enclavamiento por candado en posición "Abierto" y enclavamiento de puerta en posición "Cerrado".
- 1 Amperímetro electromagnético de 72 x 72 mm escala 0-XA. (Motores de potencia igual o superior a 18,5 Kw.)

### **SALIDA HASTA 63 A. DE ENERGÍA**

Celda módulo, llevando montado sobre carro doble extraíble el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento para entrada del circuito de potencia.
- 1 Disyuntor tripolar magnetotérmico con contactos NC + NA con contacto de defecto y señalización.
- 1 Interruptor tripolar diferencial.
- 3 pinzas para salida del cortocircuito de potencia.

### **SOBRE LA PUERTA**

- 1 Etiqueta de identificación de la celda.
- 1 Maneta de maniobra con posibilidad de enclavamiento por candado en posición "Abierto" y enclavamiento de puerta en posición "Cerrado".
- Lámpara señalización defecto.
- El fabricante de los CCM's deberá aportar certificado de laboratorios homologados de ensayos correspondientes a resistencias e intensidades de cortocircuito.

<b>OBRA:</b>		
<b>BATERÍA DE CONDENSADORES 450KVA<sub>r</sub></b>		
Servicio: FACTOR DE POTENCIA	Revisión: 0	Fecha:

### **BATERÍA DE CONDENSADORES AUTOMÁTICA**

Marca: Circutor o similar  
Modelo OPTIM FR4 o equivalente

#### **Características:**

- Potencia 450kVA<sub>r</sub>  
Tensión asignada: 400 V trifásicos a 50 Hz.
- Nivel de aislamiento: 0,66 kV.
  - Resistencia 50 Hz 1 minuto: 2,5 kV.
    - Corriente máxima admisible: 1,3 In (400 V).
    - Valor de la Icc del embarrado: 35 kA, 1 seg.
- Tensión máxima admisible (8 horas sobre 24 horas, según IEC 60831): 10 % Un.  
Categoría de temperatura (400 V):
- Temperatura máxima: 40 °C.
  - Temperatura media sobre 24 h: 35 °C.
  - Temperatura media anual: 25 °C.
  - Temperatura mínima: -5 °C.
- Grado de protección: IP21.  
Autotransformador 400/230 V integrado.  
Protección contra contactos directos (puerta abierta).  
Chapa: RAL 9001.  
Normas: IEC 439-1, IEC 61921.  
Fijación:
- Armario: fijación al suelo.  
Dimensiones 2.100 x 800 x 500 mm
- Conexión del cableado de potencia por la parte inferior mediante tapa pasacables.  
Incluye inductancia antiarmónico generada por la instalación  
protección de los escalones por automático



<b>OBRA:</b>		
<b>GRUPO ELECTRÓGENO 450 KVA INSONORIZADO</b>		
Servicio: ALIMENTACIÓN DE EMERGENCIA	Revisión: 0	Fecha:

**GRUPO ELECTRÓGENO INSONORIZADO 410 KVA**

Marca:	Telyme o similar
Modelo:	A410 D o equivalente
Potencia:	450 KVA/365 KW
Tensión:	400 V trifásico
Constancia de tensión	+/- 0.5%
Combustible:	Gas-oil
Nº Cilindros:	8 en V
Velocidad:	1500 rpm
Refrigeración por agua con radiador electroventilado	
Lubricación por aceite	
Rendimiento:	91.4%
Dimensiones del equipo:	
Largo:	2.900 mm
Ancho:	1.550 mm
Alto:	2.055 mm
Peso con aceite y refrigerante:	3.070 Kg
Volumen de combustible:	700l

Incluye cuadro de conmutación entre el grupo y la red con Interruptor automático magnetotérmico IV/400 A cón mando manual y bobina de mínima tensión.

**PARÁMETROS DE VISUALIZACIÓN EN PANTALLA**

- Parámetros de generador U1-U3, I1-I3, Hz, kW, kVAr, kVArh, kWh
- Tensión de baterías
- Horas de funcionamiento del grupo
- Presion analogica de aceite
- Temperatura de refrigerante motor
- Velocidad de giro del motor
- Nivel de combustible

**ALARMAS**

- Fallo arranque (Parada)
- Baja presión de aceite (Parada)
- Sobretemperatura agua (Parada)
- Sobrevelocidad (Parada)
- Pulsador parada de emergencia accionado (Parada)
- Sobrecarga generador (Parada)
- Cortocircuito generador (Parada)
- Tensión generador fuera de límites (Parada)
- Frecuencia de generador fuera de límites (Parada)
- Rotura correas o fallo del alternador carga batería (Parada)
- Bajo nivel combustible. (Aviso)
- Baja tensión batería. (Aviso)
- Alarma opcional (Aviso/Parada)
- Asimetría de tensiones (Parada)
- Asimetría de corrientes (Parada)

**MANIOBRA, PROTECCIÓN E INDICACIÓN EN CUADRO ELÉCTRICO**

- Protección contra sobrecargas Magnetotérmico + controladora
- Protección diferencial Relé diferencial electrónico
- Pulsador seta parada de emergencia Incluido
- Disyuntor motorizado (consultar posibilidad de contactor) Opcional. Incluido en versión "Paralelo"

**EQUIPAMIENTO PARA EMERGENCIA (VERSION "EMERGENCIA-FALLO DE RED (FTR)")**

- COMAP InteliLite AMF25 Versión EMERGENCIA (FTR)
- Cargador de baterías Versión EMERGENCIA (FTR)
- Resistencia de caldeo refrigerante Versión EMERGENCIA (FTR)

**MANIOBRA, PROTECCIÓN E INDICACIÓN EN CUADRO ELÉCTRICO INSONORIZADO**

- Protección contra sobrecargas Interruptor Magnetotérmico
- Protección diferencial Relé Electrónico
- Pulsador seta parada de emergencia Incluido
- Contactor de control salida grupo

**CARROCERÍA**

Carrocería autoportante en chapa plegada y electrosoldada, con tratamiento de fosfatado, imprimación y pintura al polvo, que garantiza una gran durabilidad en ambientes con humedad elevada, atmósferas agresivas y presencia de contaminantes habituales. La cabina va insonorizada mediante lana de vidrio ignífuga de alta densidad, grado M0, según norma UNEEN13162: 2002. Puertas de acceso para mantenimiento e inspección con cierre de presión con llave. Incluye cáncamo central de izado.

**ESCAPE**

Silencioso de alta atenuación tipo residencial integrado en el interior de la carrocería. Terminal de salida del silencioso protegido por tapa superior antilluvia. Canalización de evacuación de gases de respiradero a través de ventilador.

<b>OBRA:</b>		
<b>VARIADORES DE FRECUENCIA</b>		
Servicio: ARRANQUE Y CONTROL DE MOTORES	Revisión: 0	Fecha:

### CUADRO DE VARIADORES DE FRECUENCIA

Cuadro construido conforme a especificaciones de cuadros anteriores, montando en su interior los variadores de frecuencia y arrancadores estáticos de las siguientes características:

Variadores de frecuencia trifásicos.

- Marca: Danfoss o similar
- Modelo: VACON0XXX
  
- Conmutación mediante transistores IGBT.
- Filtro RFI nivel 1B.
- Filtro armónicos tipo AHF 5%.
- Unidad de programación con display incorporado.
- Protecciones de motor incorporadas:
  - Sobrecarga del motor.
  - Fallo a tierra.
  - Termistor PTC.
  - Descompensación de corriente entre fases.
  - Cortocircuito entre fases.
  - Rotor bloqueado
  - Cortocircuito a tierra.
  - Fallo de alimentación.
  - Sobrevoltaje red.
  - Bajo voltaje red.

todos los variadores de frecuencia deben disponerse en los CCM, no en cuadros independientes.

Los variadores de pequeña potencia en configuración extraíble y los grandes en configuración fija.

<b>OBRA:</b>		
<b>CABLE ELÉCTRICO AT RHZ1, 150mm2 AL</b>		
Servicio: ACOMETIDA ELECTRCIA EN MT	Revisión: 0	Fecha:

**CABLE ELÉCTRICO AT RZH1 - 150mm2**

Marca:	PRYSMIAN o similar
Tipo:	Voltalene H
Designación:	RHZ1 H-16 12/20 KV
Sección:	150 mm2
Tensión nominal:	12/20 KV
Tensión de prueba:	30 KV
Conductores:	Cuerdas compactas de aluminio clase 2
Características del cable:	RU 3305 C, IEC 60502 YHD 620.
Formación del conductor:	Según UNE 21022
Resistencia del conductor:	Según UNE 21022
Tipo de aislamiento:	Polietileno reticulado (XLPE)
Pantalla:	Corona de hilos de cobre con contraespira de 16 mm2 de sección nominal, y obturación longitudinal
Cubierta:	Polioléfina termoplástica, cero halógenos, tipo DMZ1.

<b>OBRA:</b>		
<b>CABLE DE COBRE RV 0,6/1 KV</b>		
Servicio: ALIMENTACIÓN A EQUIPOS	Revisión: 0	Fecha:

### CABLE DE COBRE 0.6/1 KV

Marca:	PRYSMIAN o similar
Tipo:	RETENAX FLAM N o equivalente
Designación:	RV 0.6/ 1 KV, multipolar
RV-K (mando para más de 6 conductores y alumbrado)	
Tensión de aislamiento:	0.6/1KV
Tensión de pruebas:	3.500 V
Conductores:	cuerdas de cobre recocido
Características del cable:	Según UNE 21030 y UNE 21123
Formación del conductor:	Según UNE 21022
Tipo de aislamiento:	Polietileno reticulado
Cubierta:	PVC
Temperatura máx. en servicio:	90 °C
Temperatura máx. de cortocircuito:	250° C
Densidad máxima de cortocircuito:	
- Duración del cortocircuito:	
● Para 0,1 seg.:	449 A/mm <sup>2</sup>
● Para 0,5 seg.:	201 A/mm <sup>2</sup>
● Para 1 seg.:	142 A/mm <sup>2</sup>
● Para 2 seg.:	100 A/mm <sup>2</sup>
● Para 3 seg.:	54 A/mm <sup>2</sup>
Resistencia del agrietamiento:	Termoestable
Resistencia a bajas temperaturas:	Termoestable
Constante de aislamiento:	mínimo 367 MΩ a la temperatura de servicio
Resistividad térmica:	350 ° C cm/W

<b>OBRA:</b>		
<b>CABLE DE COBRE RVKV-K 0,6/1 KV APANTALLADO</b>		
Servicio: ALIMENTACIÓN A EQUIPOS	Revisión: 0	Fecha:

**CABLE DE COBRE APANTALLADO RVKV 0.6/1 KV**

Marca:	PRYSMIAN o similar
Tipo:	RETENAX FLEX o equivalente
Designación:	RVKV-K 0.6/ 1 KV, multipolar flexible
Tensión de aislamiento:	0.6/1KV
Tensión de pruebas:	3.500 V
Conductores:	Conductor de cobre desnudo clase 5
Características del cable:	Según UNE 21123 y UNE 50265-2-1
Formación del conductor:	Según UNE 21022
Tipo de aislamiento:	Polietileno reticulado (XLPE)
Reunión con relleno y capa de PVC	
Pantalla:	Conductor concéntrico corona de hilos de cobre desnudo colocados helicoidalmente.
Cubierta:	PVC
Temperatura máxima en servicio:	90 °C
Temp. máxima en cortocircuito:	250 °C
No propagación de la llama:	UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
No propagación del incendio:	UNE EN 50266-2-4; IEC 60332-3-24.
Libre de halógenos:	UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
Reducida emisión de gases tóxicos:	DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1.5.
Baja emisión de humos opacos:	UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
Nula emisión de gases corrosivos:	UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 µS/mm

<b>OBRA:</b>		
<b>CABLE DE COBRE DESNUDO</b>		
Servicio: RED DE TIERRAS	Revisión: 0	Fecha:

### **CABLE DE COBRE DESNUDO**

Cable de cobre desnudo

Material:

Cobre

Carga de rotura:

250 A 300 N/mm<sup>2</sup>

Alargamiento a la rotura:

25 a 30 %

Tratamiento:

Recocido

Nº de alambres:

de a 7 a 19

Densidad:

8,89 Kg/dm<sup>3</sup>

Punto de fusión:

1083 °C

Diámetros

35 o 50 mm<sup>2</sup>

<b>OBRA:</b>		
<b>BANDEJA PVC PERFORADA</b>		
Servicio: CANALIZACIÓN DE CABLES	Revisión: 0	Fecha:

### **BANDEJA PVC PERFORADA**

Marca: UNEX, AEMSA o QUINTELA

Sistema de bandeja para cables en PVC rígido

Temperatura servicio: - 20° C a + 60° C

Rigidez dieléctrica: UNE 21315; CEI 243

Resistencia a la llama:

Autoextinguible, no propagador de llama según UNE 53315; ASTM D 635

Reacción del fuego:

Clasificación M1 (no inflamable)

Ensayo hilo incandescente:

Autoextinguible a 960° C, extinción inmediata, sin goteo del material inflamado o de partículas incandescentes.

Ensayo incandescente:

sin inflamación del material gases producidos a 300° C y 500° C.

Coefficiente de dilatación lineal: 0,07 mm/cm

Protección contra los daños mecánicos: UNE 20224, CEI 529, GRADO IP XX9

Protección contra la penetración de cuerpos sólidos:

UNE 20234, CEI 529, GRADO IP 2 XX y GRADO IP 4 XX.

Anticorrosión: Resistencia ambientes húmedos, salinos y químicamente agresivos.

Aislamiento: gran rigidez dieléctrica; no precisa puesta a tierra.



<b>OBRA:</b>		
<b>TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO</b>		
Servicio: CANALIZACIÓN DE CABLES	Revisión: 0	Fecha:

### **TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO**

Marca: T. BALCELLS  
Material: Resina de policloruro de vinilo exentas de plastificante.  
Inalterabilidad de los ambientes húmedos y corrosivos, resistentes al contacto de grasas y aceites:

Rigidez dieléctrica: 25 Kv eficaces durante 1 minuto.  
Resistencia de aislamiento: entre 4,5 a 5-10 M  
Resistencia al calor: mantenidos en un ambiente a 70° durante 1 hora  
Resistencia al fuego: el material se considera autoextingible  
Grado de protección: 3 o 5  
Normas: R.B.T. UNE 20324, DIN 40020  
Nivel de aislamiento: < 4000 V  
Resistencia aplastamiento: > 850 de N/m lineal  
Peso aproximado: 450 gr.  
Color: negro

<b>OBRA:</b>		
<b>CAJA ESTANCA CON PULSADOR DE MARCHA</b>		
Servicio: MANIOBRA DE MOTORES	Revisión: 0	Fecha:

### CAJA ESTANCA CON PULSADOR DE MARCHA

Marca:	TELEMECANICA o similar
Material:	Aleación ligera de aluminio
Protección:	IP65 según IEC 529
Tapa frontal:	con junta de neopreno
Sujeción tapa:	mediante tornillos roscados
Normas de fabricación:	IEC 337-1; NFC 63-140 VDE 1660 parte 2
Tratamiento de protección:	“TC”
Resistencia vibraciones:	15 g (de 40 a 500 Hz) según IEC 68-2-b
Intensidad nominal térmica:	10 A según IEC 337-1.
Tensión nominal de aislamiento:	500 W según IEC 158-1.
Entrada y salidas de cable:	por la parte superior e inferior
Mando:	Un pulsador de paro con enclavamiento y conmutador de tres posiciones

<b>OBRA:</b>		
<b>CAJA ESTANCA CON DOS PULSADORES DE MARCHA</b>		
Servicio: MANIOBRA DE MOTORES	Revisión: 0	Fecha:

### CAJA ESTANCA CON DOS PULSADORES DE MARCHA

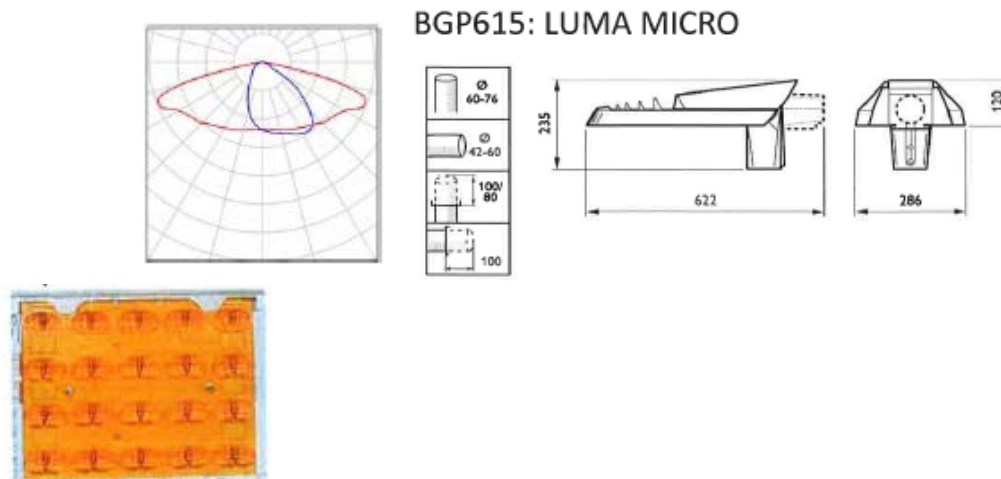
Marca:	TELEMECANICA o similar
Material:	Aleación ligera de aluminio
Protección:	IP65 según IEC 529
Tapa frontal:	Con junta de neopreno
Sujeción tapa:	Mediante tornillos roscados
Normas de fabricación:	IEC 337-1; NFC 63-140 VDE 1660 parte 2
Tratamiento de protección:	“TC”
Resistencia vibraciones:	15 g (de 40 a 500 Hz) según IEC 68-2-b
Intensidad nominal térmica:	10 A según IEC 337-1.
Tensión nominal de aislamiento:	500 W según IEC 158-1.
Entrada y salidas de cable:	Por la parte superior e inferior
Mando:	dos pulsadores de marcha, un pulsador de paro con enclavamiento y conmutador de tres posiciones

<b>OBRA:</b>		
<b>LUMINARIA EXTERIOR</b>		
Servicio: ALUMBRADO EXTERIOR EDAR	Revisión: 0	Fecha:

**LUMINARIA EXTERIOR**  
**CARACTERÍSTICAS**

Marca:	PHILIPS o similar
Modelo:	LUMA BGP615 LUMA MICRO
Uso:	luminaria vial
Lámpara:	Alumbrado led
Cierre:	crystal templado
Material:	aluminio inyectado
Acabado:	pintura epoxy-poliester
Clasificación luminaria según CIE:	100
Código CIE Flux:	39 75 97 100 91
Protección:	IP-65
Potencia:	37 W
Flujo luminoso (Luminaria):	3438 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	3780 lm
Tensión:	230 V

Fotometría aportada por fabricante "LEDgine O" reduciendo su flujo un 30%. Rendimiento típico 55-90%.



**- SOPORTES**

Sobre columna de 8 metros

Báculo troncocónico de chapa de acero galvanizada, de 8 m de altura, 0.5 m de vuelo y 3 mm de espesor, sin base, con portezuela y cerradura.

Sobre brazo mural

Brazo mural con una longitud de 1.000 mm. Y un diámetro de 42.

Galvanizado, mod. 33210 de I.E.P.

<b>OBRA:</b>		
<b>PANTALLA LED ESTANCA</b>		
Servicio: ALUMBRADO INTERIOR	Revisión: 0	Fecha:

**PANTALLA DE ALUMBRADO LED ESTANCA 40W**

Marca:	PHILIPS o similar
Modelo:	Pacific LED gen4 o equivalente
Tipo:	pantalla led en chasis de poliester, reforzado con fibra de vidrio
Reflector:	metálico
Equipos arranque:	incorporado
Instalación:	adosada
Protección:	estanca IP 65
Clase:	1
Rendimiento:	78 %
Lámpara:	LED
Potencia:	40 W
Dimensiones:	600 x 600 x 50 mm
Peso:	4,1 Kg

<b>OBRA:</b>		
<b>PROYECTOR INDUSTRIAL INTERIOR 10500 Lm</b>		
Servicio: ALUMBRADO INTERIOR EMERGENCIA	Revisión: 0	Fecha:

### PROYECTOR DE EMERGENCIA

Marca:	PHILIPS o similar
Modelo:	CORELINE CAMPANA o equivalente
Tipo:	BY120P
Fuente de luz:	Módulo LED no sustituible
Potencia (+/-10%)	85 W
Ángulo del haz de luz	2 x 50°
Flujo luminoso	10.500 lm
Temperatura de color correlacionada	4.000 K
Índice de reproducción del color	≥80
Vida útil media L80B50:	30.000 horas
Intervalo de temperaturas de servicio	-30 a +40 °C
Driver Integrado	
Tensión de red	230 V/50-60 Hz
Regulación	Si
Material Carcasa:	Fundición de aluminio
Cubierta:	Policarbonato, plana
Color	Gris (RAL 7035)
Conexión	Conector push-in IP65 externo
Mantenimiento	No requiere limpieza interna
Instalación	Soporte de montaje de gancho/asimétrico
	No es posible el intercableado
	Instalación sin desmontar la lámpara y la cubierta
Índice de protección frente a choque mecánico:	IK07
Código de protección de entrada:	IP65

<b>OBRA:</b>		
<b>LUMINARIA DE EMERGENCIA LED</b>		
Servicio: ALUMBRADO INTERIOR EMERGENCIA	Revisión: 0	Fecha:

### LUMINARIA DE EMERGENCIA

Marca:	PHILIPS
Alimentación:	220 V, 50 Hz
Tiempo de carga:	menos de 24 h
Fuente de luz:	Módulo LED no sustituible
Acumuladores estancos:	Ni-Cd
Lámparas LED	
Piloto de descarga	
Limitador de descarga	
Fusible de protección:	0,2 A
Cuatro entradas desfondables para prensaestopas Pg 11	
Base de PVC autoextinguibles:	960 °C
Difusor y reflector de policarbonato autoextinguible:	850 °C
Protección:	IP 225
Normas de fabricación:	UNE 20392/73
Vatios:	6 W
Lúmenes:	170 Lm
Duración:	1 hora
Superficie:	30 m <sup>2</sup>

<b>OBRA:</b>		
<b>PARARRAYOS</b>		
Servicio: PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO	Revisión: 0	Fecha:

### PARARRAYOS

Marca:	Ingesco PDC o similar
Modelo:	6.4 o equivalente
Nivel de protección:	NIVEL III (Protección Alta)
Nivel de eficacia:	0,926526
Método e instalación:	Sobre mástil de hierro galvanizado de 6 metros de longitud fijo a la estructura del edificio
Radio de cobertura	105 metros
Red conductora:	Se instala una bajante de conexión a tierra mediante la utilización de cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup> de sección, fija a la estructura del edificio

Incluye un sistema de control de rayos compuesto por un contador CDR-11

### CERTIFICACIONES

El pararrayos ha superado con éxito los ensayos y pruebas de certificación siguientes:

- Ensayos de corriente soportada, en el laboratorio BET, Blitzschutz & EMV Technologiezentrum (Menden, RFA, 1998) y en el laboratorio ISKRA ZASCITE – Surge voltage Protection Systems, Engineering and Cooperation (2001).
- Ensayo de evaluación del tiempo de cebado de pararrayos PDC (anexo C UNE 21.186), en el Laboratorio de Alta Tensión LABELEC (2005).
- Certificado de cumplimiento del reglamento de la marca AENOR, emitido por Laboratorio de Alta Tensión LABELEC (2002).
- Certificado de corriente soportada, emitido por el Laboratorio de Alta Tensión LABELEC (2002).
- Certificado de aislamiento en condiciones de lluvia, emitido por el Laboratorio de Alta Tensión LABELEC (2001).
- Certificado de producto nº ESPMDD004531-B, emitido por la entidad de certificación Bureau Veritas Internacional (2006).
- Ensayo de componentes de protección contra el rayo (CPCR), según UNE-EN 50.164/1 (2007).



En Madrid, julio de 2020

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.  
Colegiado N° 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Dña. Alicia Esteban Pedregal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 34.296

Examinado y conforme.  
El Director del proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme.  
El jefe de área de proyectos y expropiaciones



D. Daniel Gálvez Cruz

Vº.Bº.  
El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES  
AUTOMATISMO Y CONTROL.**



## ÍNDICE

1.-	CONSIDERACIONES PREVIAS.....	5
2.-	PRESCRIPCIONES GENERALES .....	7
2.1.-	INSTRUMENTACIÓN.....	7
2.2.-	CONTROLES SECUENCIALES, ENCLAVAMIENTOS, PROTECCIONES Y ALARMAS .....	9
2.3.-	CONTROLES AUTOMÁTICOS.....	10
2.4.-	CENTRO DE CONTROL .....	11
2.5.-	EQUIPAMIENTO INFORMÁTICO .....	11
2.6.-	SOFTWARE.....	13
2.7.-	MODO DE FUNCIONAMIENTO .....	13
2.7.1.-	Automatismo de seguridad básica .....	14
2.7.2.-	Automatismo integrado .....	14
2.8.-	SEÑALES Y PARÁMETROS DE CONTROL.....	19
2.9.-	PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES.....	19
2.9.1.-	Descargador de sobretensiones de la red.....	19
2.9.2.-	Tomas de tierra .....	21
2.9.3.-	Rearme automático de la instalación.....	21
2.9.4.-	Sistema de alimentación ininterrumpida.....	22
2.10.-	CUADRO DE COMUNICACIONES DE EBAR A CENTRO DE CONTROL.....	22
2.11.-	INGENIERÍA Y PUESTA EN MARCHA .....	22
2.11.1.-	Trabajos de ingeniería .....	22
2.11.2.-	Puesta en marcha y pruebas.....	22
2.11.3.-	Documentación a entregar .....	24
2.11.4.-	Formación.....	25
3.-	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	26
3.1.-	INSTRUMENTACIÓN AGRUPACIÓN DE VERTIDOS.....	26
3.1.1.-	Medida de nivel radar .....	26
3.1.2.-	Medida de nivel boya .....	26
3.1.3.-	Medida de caudal en canal .....	27
3.1.4.-	Actuador multivuelta para maniobra y telemando de válvula.....	27
3.1.5.-	Medida de caudal en tubería.....	29
3.1.6.-	Manómetro de presión.....	30
3.1.7.-	Medida de gases .....	30
3.1.8.-	Ventilación y desodorización .....	31
3.2.-	INSTRUMENTACIÓN EDAR.....	32
3.2.1.-	Medidor de nivel ultrasónico.....	32
3.2.2.-	Transmisor de nivel por ultrasonidos .....	34

3.2.3.-	Medidor de nivel radar .....	34
3.2.4.-	Medidor nivel radar para sólidos .....	34
3.2.5.-	Sensor inductivo de conductividad .....	35
3.2.6.-	Indicador visual con interruptores magneto-inductivos.....	35
3.2.7.-	Interruptor de nivel .....	36
3.2.8.-	Transmisor de presión.....	36
3.2.9.-	Interruptor de presión.....	36
3.2.10.-	Manómetro .....	36
3.2.11.-	Manómetro con contacto eléctrico.....	37
3.2.12.-	Presostato .....	38
3.2.13.-	Presostato antideflagrante .....	39
3.2.14.-	Medidor de caudal de aire másico .....	39
3.2.15.-	Conjunto equipamiento para control del proceso de reactores biológicos.....	40
3.2.16.-	Medidor multicanal/multiparamétrico DE pH/T, C Y SS .....	40
3.2.17.-	Analizador de proceso para la medida de amonio: .....	42
3.2.18.-	Analizador nitrato por inmersión .....	43
3.2.19.-	Analizador de fosfatos .....	44
3.2.20.-	Detector de H2S:.....	45
3.2.21.-	Analizador de riqueza de metano en biogas. ....	46
3.2.22.-	Medidor de caudal de aire másico: .....	46
3.2.23.-	Equipo de medida de temperatura.....	47
3.2.24.-	Medidor de pH .....	47
3.2.25.-	Termómetro.....	48
3.2.26.-	Termostato antideflagrante .....	49
3.2.27.-	Manómetro indicador de presión con membrana para líquidos cargados con brida desmontable para limpieza. ....	49
3.2.28.-	Estación automática de control de calidad.....	50
3.3.-	CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.....	51
3.3.1.-	Armario PLC.....	51
3.3.2.-	Autómata programable PLC .....	55
3.3.3.-	Módulos .....	58
3.3.11.-	Autómatas de las EBAR .....	67
3.3.12.-	Autómata programable PLC EDAR .....	67
3.3.13.-	Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).....	69
3.3.14.-	Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) a RTU.....	69
3.3.15.-	Multitubo polietileno alta densidad .....	70
3.3.16.-	Cable oycy apantallado .....	71
3.3.17.-	Manguera instrumentación señales digitales interiores .....	71
3.3.18.-	Manguera instrumentación señales digitales exteriores.....	72
3.3.19.-	Manguera señales analógicas interior .....	74

---

3.3.20.- Manguera señales analógicas exterior .....	75
3.3.21.- Cable fibra óptica multimodo .....	76
3.3.22.- Equipos de supervisión .....	77
3.3.23.- Programas de supervisión (SCADA).....	78
3.4.- INTRUSIONISMO .....	84
3.4.1.- Alarmas e intrusismo en EBAR .....	84
3.4.2.- Hardware de gestión .....	85
3.4.3.- Software de gestión .....	85
3.4.4.- Cámara de visión nocturna EBAR .....	85
3.4.5.- Cámara tubular exterior .....	86
3.4.6.- Cámara domo videovigilancia.....	86
3.4.7.- Grabador digital 36 cámaras.....	87
4.- MEDICIÓN Y ABONO.....	88



## 1.- CONSIDERACIONES PREVIAS

Se especifican en este artículo los equipos necesarios, así como las características técnicas que deben cumplir todos los elementos que integren la instalación, para el sistema de comunicaciones y adquisición de datos.

El Sistema de adquisición de datos estará formado por los siguientes elementos:

- Instrumentación, sensores y elementos de campo, instalados en los equipos de los que se precise obtener los parámetros de funcionamiento.
- Estaciones remotas instaladas en cada uno de los puntos donde se precise la adquisición de datos, formadas por PLC y módem de radio: el PLC recibe del transductor la señal de E/S analógica o digital que, una vez acondicionada es enviada, bien de forma directa bien apoyada en repetidores, hacia el Centro de Control.

El sistema desarrollado considera que el SCADA de gestión está integrado en la EDAR o centro de control desde donde se comandará el sistema global de saneamiento.

En cada punto de control se dispondrá de un autómata que recogerá las señales digitales y analógicas correspondientes a cada elemento.

Respecto al sistema de comunicaciones previsto con las EBAR, se realizará mediante nodos periféricos GSM –GPRS/ G3-4 que conectarán con el SCADA del centro de control.

El sistema debe ser capaz de realizar:

- Tele medida: cuyo objetivo será el de obtener en el puesto central todas las señales, tanto de los elementos de campo, como realizadas por programa en el PLC, de las distintas instalaciones. Centralizará todas las señales de alarma, tales como fallo de red eléctrica, fallo en grupos de bombeo, etc.
- Control: permitirá enviar las alarmas que se produzcan.
- Telemando: actuar sobre los órganos de maniobra mediante autómatas programables capaces de registrar las señales recibidas o emitidas tanto desde el centro de control como manualmente en el punto.
- La gestión y automatización del estanque de tormentas integrará la información de los grupos de bombeo, basculante, equipo de trituración, compuertas, niveles y estado de los cuadro eléctricos. Todos ellos se gestionarán independientemente mediante autómatas, que posteriormente quedan integrados en uno general y MODEM con nodo de comunicaciones GSM-GPRS/G4.

Cada estación de bombeo contará con los siguientes elementos de control:

- Medida de nivel:
  - o Limnímetros de radar en canal de reparto para accionamiento de trituradora o rejas. Los limnímetros se ubican a cada lado del equipo y permiten obtener la diferencia de altura del agua en el canal.
  - o Limnómetro de radar en pozo de bombeo para accionamiento de grupos de bombeo.
  - o Limnómetro de radar en el tanque de tormentas (para aquellas estaciones de bombeo que lo dispongan)
  - o Limnómetro piezoresistivo existente para medida de mínimos y máximos
  - o Boya
  - o Sonda de nivel en la cámara de descarga de alivio, que se encargará de informar de la existencia de alivios junto con el limnómetro radar.
- Caudalímetros de ultrasonidos ubicados en canal de reparto, con medida en continuo de



- caudal.
- Caudalímetro electromagnético ubicado en la conducción de impulsión a la salida de la EBAR.
- Detectores de gas en cámara seca y húmeda para accionamiento de instalación de desodorización.
- Detectores de intrusismo, presencia, apertura y volumétricos.
- Cámara de visión nocturna

El sistema debe suministrar automáticamente y en tiempo real información sobre las variables de funcionamiento de la estación de bombeo (niveles, parámetros de grupos de bombeo, detección de gases, parámetros eléctricos...) y permitir realizar el accionamiento local y/o automático-remoto con el centro de control y la EDAR de diversos elementos.

Se integrarán todas las señales correspondientes de los diferentes cuadros en el PLC principal que comunicará con el SCADA del centro de control de ARCGISA y de la EDAR. Los cuadros eléctricos de cada elemento dispondrán de sus propios PLCs de gestión de equipos (trituration, desodorización,..) que serán transparentes e integrados en el PLC de gestión de la EBAR.

El PLC de las estaciones de bombeo tendrá la memoria suficiente para poder almacenar el historial de bombeo (incluyendo todos los parámetros significativos) durante al menos 45 días, con independencia de realizar el volcado de la información almacenada cada mes a un PC externo.

Permitirá :

- Nivel de agua dentro del pozo, y estado del sensor
- Consumo eléctrico por pares de bombas conectadas
- Valor aproximado de Consumo total del sistema
- Volumen bombeado y caudal entrante
- Reboses; duración y volumen vertido
- Funcionamiento de si mismo
- Alarmas y registros: Capacitado para transmisión de alarmas forma local, y para conexionado con un puesto central.
- Estadísticas de funcionamiento (Arranques, Nº de Horas, ...)
- Comunicación: Con puesto central

Además, el PLC dispondrá un visualizador en pantalla HMI en donde se mostrarán:

- El nivel en la cámara de aspiración.
- El nivel máximo y mínimo fijado.
- El estado de paro o marcha de las bombas y las velocidades de funcionamiento si están en marcha.
- Velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas
- El caudal bombeado obtenido del caudalímetro dispuesto a la salida de la tubería de bombeo.
- Señales de alarma en el caso de que el funcionamiento no se ajuste a lo programado.
- Señales de gases
- Señales de desodorización
- Señales de equipo de trituración

## 2.- PRESCRIPCIONES GENERALES

El sistema debe suministrar automáticamente y en tiempo real información sobre las variables de funcionamiento de los equipos electromecánicos y permitir realizar el accionamiento manual de diversos elementos.

En sistema integra mediante PLC y nodo de comunicaciones, todos los autómatas de gestión de los diversos equipos electromecánicos y permitir la parametrización global.

La automatización de los diferentes equipos se realiza a través de PLCs distribuidos por la planta y unidos por medio de un anillo de fibra óptica. Estos PLCs transmitirán la información de los equipos y del estado del proceso al equipo de control centralizado y situado en el edificio de control.

### 2.1.- INSTRUMENTACIÓN

Se incluirá la instrumentación necesaria que permita obtener la información suficiente para una eficaz supervisión y control de la planta y de las estaciones de bombeo.

En todos aquellos puntos de los distintos circuitos de la planta, donde los fluidos manejados puedan sufrir variación en algún parámetro físico (presión, nivel, velocidad, temperatura, etc.), se instalarán instrumentos de indicación local (manómetros, niveles, termómetros, rotómetros, etc).

La instrumentación de los parámetros físico-químico más importantes de la planta, incluirá además de indicación local, transmisión a distancia para control, indicación en centro de control, registro y procesado.

Se instrumentarán con dispositivo de transmisión a distancia los siguientes parámetros.

#### Caudales

- Agua bruta
- Vertido obra llegada
- Entrada biológico
- Vertido agua tratada
- Recirculación fangos secundarios
- Fangos secundarios en exceso
- Fangos espesados
- Aire a cubas biológico
- Otros

#### Nivel

- Pozo de bombeo
- Canales de desbaste

#### Temperatura

- Reactores biológicos
- Entrada agua bruta

#### pH

- Reactores biológicos
- Agua tratada

#### Oxígeno disuelto

- Cubas biológico

### Potencial redox

- Tratamiento biológico

### Intensidad de corriente

- Embarrados generales C.C.M.
- Motores eléctricos .

En todo caso, las señales procedentes de los instrumentos podrán ser utilizadas simultáneamente para procesos de control.

Todas las señales analógicas serán transmitidas vía autómatas programables, y por lo tanto, las señales serán compatibles con el mismo. En todo caso se procurará que la señal sea de 4-20 mA c.c.

En todos los casos, las señales que proporcionen los transmisores, serán una función lineal del parámetro medido.

Los transmisores serán capaces de generar una señal de salida modulada de 4  20 mA. y al menos dos contactos ajustables libres de tensión.

La precisión en todos los instrumentos de medida, será como mínimo el 1 %. Se podrá como variante proponer aparatos de precisiones menores previa justificación de suficiencia.

Se evitará, salvo que sea imprescindible, el contacto directo de detectores con las aguas residuales o fangos, para medidas o detecciones de nivel o caudal.

Deberán poder detectarse averías o anomalías de funcionamiento de sensores y transmisores con envío de señal a través de autómatas para alarma.

Los sensores y equipos deberán estar contruidos con materiales protegidos contra la erosión, la deformación y la corrosión.

Todos los equipos electrónicos de sensores y transmisores deberán estar dotados de protección eléctrica contra sobretensiones. La tensión de alimentación será de 220 Vca.

Todos los sensores y equipos asociados deberán poder trabajar al menos entre 0 C y +60° C.

La protección de sensores, en contacto con aguas residuales, fangos, reactivos, etc., o en ambientes corrosivos, será como mínimo IP-68.

La protección de transmisores será como mínimo IP-65.

### **Medidas de caudal**

Todas las medidas de caudales de líquidos de tubería tales como fangos y agua tratada, se realizarán mediante aparatos electromagnéticos. En éste último caso, se admitirán sondeos de inserción siempre y cuando sean extraíbles con la conducción en carga.

En la elección del revestimiento y electrodos se tendrá en cuenta el fluido vehiculado.

En todo caso habrá de ser aprobado por el Director de las Obras. La protección será IP-68.

### **Medidas de Nivel**

Todas las medidas de nivel se realizarán mediante sondas ultrasónicas en zonas donde no exista posibilidad de aparición de cuerpos extraños en la superficie líquida o por burbujeo de aire en el resto, previa justificación y excepcionalmente podrán ser utilizados otro tipo de detectores que en todo caso habrán de estar protegidos del medio donde vayan instalados.

Las sondas ultrasónicas habrán de contar con los dispositivos necesarios para corregir las variaciones de velocidad de transmisión del sonido por cambios climáticos.

### **Medidas de Temperatura**

Para la medida y transmisión de temperaturas de fluidos, se utilizarán sondas resistivas de plástico. Estas sondas irán protegidas por vainas de material resistente al medio.

### **Medidas de pH**

El detector de pH constará de una sonda construida en polipropileno, que incorpora un portaelectrodo donde van instalados el electrodo de cristal, el de referencia y la sonda termométrica para compensación de medida. Se prestará especial atención al sistema de limpieza de la sonda.

### **Medidas de Potencial Redox**

El sensor será el apropiado para medidas en aguas residuales. Se prestará especial atención al sistema de limpieza de la sonda y estará equipado con compensación de temperatura.

### **Medidas de O2 Disuelto**

El sensor será apropiado para medidas en aguas residuales, preferiblemente del tipo cámara abierta sin membrana.

Se prestará especial atención al sistema de limpieza de la sonda y estará equipado con compensación de temperatura.

Cuando varias señales de medida de oxígeno disuelto se utilicen para regulación, se contemplará una lógica de proceso en la que se promedien las lecturas, y se excluyan lecturas muy desviadas de la medida.

## **2.2.- CONTROLES SECUENCIALES, ENCLAVAMIENTOS, PROTECCIONES Y ALARMAS**

Todos los controles secuenciales, enclavamientos, protecciones y señalizaciones de circuitos o de equipos, salvo algunas unidades de carácter secundario o auxiliar, que no afectan al proceso, serán gobernadas mediante autómatas programables, que en caso de ser utilizada más de una unidad, estarán interconectadas entre sí, con el ordenador a través de un bus de comunicaciones.

Para ello, todas las instalaciones, equipos o unidades operativas estarán equipadas con los elementos suficientes de determinación de estado, tales como presostatos, termostatos, interruptores de nivel, fines de carrera, contactos auxiliares, etc. Asimismo todas las unidades operativas irán equipadas con dispositivos de potencia para accionamiento tales como motores eléctricos, cilindros neumáticos o hidráulicos de simple o doble efecto, etc. Las salidas de autómata habrán de contar con potencia suficiente para actuar sobre los contactores o electroválvulas que pilotan los anteriores accionamientos.

Se justificará la elección de cada uno de los elementos de potencia de accionamiento (motores eléctricos, cilindros de doble efecto o de simple efecto, etc.) y en su elección se tendrá en cuenta, que un fallo de energía o del fluido de accionamiento no afecte o trastorne al proceso.

Se justificará, y en su caso se dispondrá la instalación de un mando de socorro para accionamiento de válvulas y compuertas, parada de bombas, compresores, transportadores, etc.

El mando de las distintas unidades operativas, a menos que se justifique lo contrario, habrá de ser local, manual a distancia desde el centro de control, o automático en función de la programación específica que se fije.

En aquellas secuencias automáticas que implican regulación y que afectan a más de una unidad trabajando en paralelo, tales como bombas, compresores, ventiladores, etc., se estudiará la posibilidad de controlar el proceso si es posible, en función de más de un parámetro, tales como caudal o nivel, caudal y presión, etc.

En estos grupos de unidades trabajando en paralelo, se podrá seleccionar independientemente cada unidad para funcionamiento en automático. También se incluirá una secuencia de rotación de unidades en funcionamiento automático, de manera que la primera en entrar sea la primera en salir y limitando el tiempo de funcionamiento continuo de cada unidad.

Se contemplará la incorporación de los suficientes dispositivos de seguridad para protección de máquinas, así por ejemplo en bombas centrífugas se prevendrá el disparo de las mismas por baja presión en aspiración y en impulsión. En compresores, disparo por alto o baja presión. En bombas de tornillo, disparo por fallo de energía, atasco o fallo de transmisión, etc.

Todas las alarmas y estados serán mediante contactos libres de tensión, salvo cuando estas señales sean generadas internamente en el equipo informático.

Los autómatas programables se emplazarán en armarios normalizados con ventana transparente en puertas.

#### Presostatos y termostatos

Serán apropiados para las magnitudes de presión y temperatura que han de soportar y para el tipo de fluido con el que van a estar en contacto. Irán dotados al menos de dos pares de contactos, del tipo de ruptura brusca, uno de alta y otro de baja, con regulación individual de ambos niveles.

#### Fines de carrera y detectores de proximidad

Serán del tipo estanco con protección IP-67. En su elección e instalación, se cuidará de que un fallo de los mismos o del sistema no provoque su destrucción o desajuste.

### **2.3.- CONTROLES AUTOMÁTICOS**

En todos aquellos que exigen o son susceptibles de regulación automática continua, se podrá adoptar alguna de las siguientes alternativas de regulación.

- El primer sistema es una regulación todo o nada o por escalones, tales como entrada de una nueva unidad en servicio o apertura de una válvula.

- El segundo sistema sería el convencional PID aplicable a equipos con accionamiento continuo, tales como válvulas servogobernadas, motores de velocidad variable, etc.

Como mínimo, habrán de ser regulados automáticamente los siguientes procesos:

- Impulsión de agua bruta
- Caudal de entrada al proceso biológico
- Aportación de aire en función del oxígeno disuelto en el reactor biológico
- Recirculación de fangos
- Dosificación de reactivos.

También deberán ser controlados, como mínimo, las siguientes secuencias:

- Sincronización de los distintos elementos del desbaste
- Bombeo de flotantes
- Bombeo de fangos en exceso
- Proceso de deshidratación.

#### Reguladores de frecuencia

Se utilizarán para regular la frecuencia de la corriente de alimentación, y por lo tanto la velocidad de motores, tales como las bombas de dosificación de reactivos. Incorporaran programas de rampa regulables para arranque y parada de máquinas, o cambios de régimen, y serán gobernados en función de una señal analógica de 4 a 20 mA proporcionados por los autómatas programables de la planta.

#### Servomotores

Todos los servomotores tanto neumáticos, hidráulicos o eléctricos, utilizados en elementos de regulación de posición variable, irá equipado con posicionadores y transmisores de posición.

Asimismo, incluirán mando de socorro mecánico para accionamiento local.

## 2.4.- CENTRO DE CONTROL

En el centro de control se maniobrarán y controlarán todos los procesos de la Estación Depuradora y EBARs.

Los componentes del centro de control irán ubicados en una sala del edificio de control.

Esta sala ha de responder a concepciones ergonómicas modernas de diseño y construcción y en la que se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Ventilación y calefacción o acondicionamiento de aire regulada sin producir chorros directos sobre personal ni equipos.

- Insonorización adecuada, recubrimiento de paredes de color y formas ergonómicas y estéticas.

- Luz artificial, difusa o indirecta, antiparpadeante regulable por secciones y dentro de las secciones de forma continua, con el fin de eliminar reflejos y adecuar la intensidad a las necesidades operativas de la sala.

- Ventanas con cristales ahumados, fijas, térmicas, antirreflectantes en disposición continua hacia las zonas de observación ocular exterior, mientras que en la zona de menor observación pueden ser individuales y con aperturas a voluntad.

Deben disponer de persianas regulables para evitar deslumbramientos por insolación directa.

- Falso piso para canalizaciones eléctricas con disposición de suficientes tomas de corriente en el suelo, donde se dispongan los medios operativos.

- Disposición de recintos adyacentes adecuados para servicios, ordenadores en su caso, archivo, oficina de jefatura de planta, laboratorio, almacén, botiquín, taller, etc.

- Disposición de instalaciones de seguridad contra incendios con detectores de humo, de temperatura, intrusos, etc., completado con dispositivos Sprinkler o extintores con cargas adecuadas.

- Mobiliario con mesas, pupitres, armarios, supletorios, sillas anatómicas, soportes, etc.

La disposición de elementos tales como sinópticos, pupitres de mando, monitores, impresoras, etc. se regirán asimismo por conceptos de ergonomía y funcionalidad. Se ha de prever en el mismo espacio para ubicación del centro de control de la red de colectores.

Se preverán asimismo medios de comunicación, buscapersonas, control y seguridad de acceso.

## 2.5.- EQUIPAMIENTO INFORMÁTICO

Como ya se ha indicado, todas las señales analógicas y digitales del proceso, a excepción de algunos mandos locales de operación discrecional, se procesarán a través de autómatas programables.

Cada autómata tendrá una capacidad mínima de entrada y salida tanto analógicas como digitales superior en un 25 % a la estimada como necesaria y una capacidad de programación superior al 200 % de la estimada.

Cada autómata, contará con un dispositivo de suministro autónomo de energía, libre de parásitos, que les permita operar al menos durante diez minutos.

El centro de control estará dotado al menos de los siguientes componentes:

- Videowall dotado de todos los accesorios necesarios, incluso autómata específico, que será del tipo mosaico y representará de forma simplificada toda la red de tratamiento. Incluirá señalización mediante pilotos luminosos con indicaciones de estado, alarmas, etc. También incluirá displays para señalización de algunos parámetros analógicos importantes y registro continuo de algunos de los parámetros más representativos, tales como caudales, pH, O<sub>2</sub>, etc.

- Un pupitre de mando, para gobierno alternativo de la planta, incluyendo manipuladores para gobierno de los distintos componentes de la planta y elementos para cambio de punto de consigna.

Incluirá un dispositivo de enclavamiento que permita operar la planta desde el pupitre sólo a personal autorizado.

- Un ordenador conmutable, utilizable indistintamente para control de la planta o para gestión.
- Todo el equipamiento necesario que facilite la comunicación entre los distintos componentes de la instalación.

Además incluirá los siguientes elementos:

- Una consola de programación portátil con pantalla, para autómatas.
- Una terminal de bolsillo de prueba y programación de autómatas.

También se dispondrán medios locales de mando, conmutación, cambio de puntos de consigna, etc., mediante elementos simples tales como pulsadores, conmutadores, etc.

#### Autómatas programables

Todos los autómatas programables estarán basados en la misma configuración, pudiendo variar únicamente los equipos en el número de entradas y salidas que dependerá de cada aplicación concreta.

Cada autómata se configurará entorno a un procesador del tipo de palabra rápida.

El tratamiento de los programas será de forma cíclica con tiempo de tratamiento igual o inferior a cinco microsegundos por instrucción.

La memoria de programas se constituirá mediante unidades RAM y memorias borrables EPROM.

La programación podrá realizarse mediante ordenador y también ha de ser posible la programación con unidades específicas.

Dispondrá de los dispositivos necesarios para cumplimentar diversas funciones internas automáticas tales como:

- Vigilancia de la tensión interna
- Vigilancia de la tensión de la batería tampón
- Vigilancia del sistema operativo
- Vigilancia del tiempo de ciclo
- Vigilancia de las comunicaciones
- Vigilancia de entradas / salidas

La construcción de los autómatas, será del tipo modular y todos sus elementos serán normalizados, con facilidad de ampliación, y han de ser compatibles con todos los elementos del sistema. Por ello es preciso que en su diseño se tengan en cuenta las especificaciones garantizadas por los distintos proveedores de todos los equipos interconectados al sistema; tales como contactores, transmisores, reguladores de velocidad, pilotos, registradores, displays, impresoras, ordenador, etc.

Los autómatas irán instalados en el interior de armarios metálicos; con puerta interior dotada de ventanas transparentes, totalmente cableados hasta bornes situados en la parte inferior de los armarios, donde irán conectados todos los cables de señales de entrada y salida, tanto analógicas como digitales.

Cada equipo estará dotado con las fuentes de alimentación necesarias para alimentar tanto los circuitos internos de los autómatas, como los circuitos externos.

Estarán previstas las protecciones necesarias contra parásitos, sobretensiones o sobrecorriente sean estas alteraciones del tipo que sean.

El sistema de comunicación permitirá velocidades de hasta 19,2 Kbd.

## 2.6.- SOFTWARE

Incorporará el software específico o standard necesario para cumplir todas las funciones que se estimen necesarias algunas de las cuales se han indicado anteriormente y otras se indican a continuación:

- Comunicaciones entre autómatas, ordenadores y periféricos, para adquisición de datos y envío de órdenes y consignas.
- Gestión alarmas, incidencias, cambios de estado, con registro de memoria, monitor e impresora, indicando fecha, hora, texto explicativo y momentos en que se han reconocido y en su caso eliminado.
- Interfase hombre máquina para conocer el proceso y actuar sobre el mismo, seleccionando por menú cada una de las instalaciones, apareciendo en pantalla su esquema con valores de parámetros analógicos, puntos de consigna, estados actuales de los distintos dispositivos eléctricos, mecánicos, hidráulicos, etc. La selección de módulos y la operación de la planta, tanto órdenes de mando como cambio de umbrales de alarma, se podrá hacer vía ratón o teclado, si bien para modificar algunos de estos valores será preciso disponer algún código restrictivo o personal autorizado.
- Gestión de base de datos que permitan representar en pantalla o impresora listados o tablas de datos analógicos del proceso, rangos de posición de estas variables, estados de funcionamiento de las distintas unidades de la planta, tiempo de funcionamiento de máquinas, etc.
- Elaboración de informes protocolarios, bien a petición del operador o de forma automática.
- Optimización de la explotación.
- Funciones de control y ayuda de cálculos.
- Gestión de mantenimiento preventivo de la planta y de recambios.
- Gestión de datos de parámetros analógicos que permitan la representación de gráficos históricos.
- Gestión estadística, que permita el almacenamiento periódico de valores medios o instantáneos, valores máximos, mínimos y medios, desviaciones, etc.
- Control de personal.
- Gestión de datos analíticos de laboratorio.
- Programación de autómatas mediante ordenador, formateado de discos, comprobación y verificación de discos, ordenación de ficheros, relación de copias de seguridad de programas, etc.

## 2.7.- MODO DE FUNCIONAMIENTO

El PLC dispondrá de un selector de funcionamiento -LOCAL o AUTOMÁTICO-, de tal manera que en situación LOCAL se pueda hacer un chequeo del funcionamiento de las bombas. No obstante, en cualquiera de los modos de funcionamiento se impedirá la activación de las bombas cuando el nivel de agua esté por debajo del mínimo fijado, las válvulas estén cerradas o algún elemento este averiado.

Las secuencias de control implementadas en el sistema contemplarán, al menos, los siguientes protocolos de funcionamiento:

- Todos los equipos podrán ser controlados de forma manual o automática, mediante el conmutador



- M-0-A (manual-cero-automático) del correspondiente cubículo del CCM o cuadro eléctrico. En todos los casos, tendrán contempladas las protecciones y seguridades mínimas de máquina.
- Ante una parada por fallo general del suministro de energía eléctrica, se realizará una puesta en servicio de la instalación, de forma secuencial, respetando unos tiempos mínimos de seguridad entre arranques.
- Se generarán secuencias que agrupen a motores de distintas líneas que realicen las mismas funciones ( desodorización, etc.), incluidos los equipos de reserva, que contemplen puntos de consignas, tiempos de marcha/paro, tiempos mínimos de funcionamiento o número de maniobras, PID's, generación de alarmas en distintos grados de criticidad, etc.
- El Panel de Operador permitirá gobernar, mediante conmutadores lógicos M-0-A, todas las máquinas de la instalación para incluirlas o no en secuencia de funcionamiento automático. También mediante conmutadores lógicos se activará o no el funcionamiento de cada secuencia. Asimismo permitirá que todas las variables de puntos de consignas, tiempos, rotaciones, grado de criticidad de alarmas, etc., sean modificables. Se presentarán los valores recogidos por los distintos equipos de instrumentación.

Se dispondrá de fuente de alimentación industrial ininterrumpida SAI a 24 VDC para la unidad de control principal, los sensores pasivos y los elementos de telecomunicación

En relación a las comunicaciones, se dispondrá de modem GSM/GPRS/G3 industrial para telecomunicación. Capaz de :

- Enviar alarmas sobre cualquier situación
- Permitir el acceso remoto a la instalación a través del sistema, para poder efectuar operaciones de telecontrol, telemetría, cambio de parámetros ...
- Permitir recopilar de forma automática todos los valores históricos de la unidad cada noche.
- Puede comunicarse con: Otros modem GSM, modem analógicos, Adaptadores RDSI
- Protocolos validos de conexión a modem analógicos: V.21, V.22, V.22 bis, V23, V32,

El PLC dispondrá de un sistema para ajustar los siguientes parámetros de funcionamiento:

- El nivel máximo y mínimo en la cámara de aspiración.
- La velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas.
- Mandos para controlar el paro o marcha de las bombas y su velocidad de funcionamiento (cuando el selector esté en situación LOCAL).

### **2.7.1.- Automatismo de seguridad básica**

Comprenderá las paradas comandadas por limitadores de par, nivel de seguridad, enclavamientos (arranques variador de frecuencia y arranque suave), paradas comandadas por relés magnetotérmicos.

Estos automatismos se resolverán mediante los elementos eléctricos clásicos: relés, etc., colocados en el correspondiente CCM.

### **2.7.2.- Automatismo integrado**

El control y seguimiento del funcionamiento estará gobernado por un autómatas programable situado en el centro de control de motores que recogerán el estado de las señales (digitales y analógicas) que envíen los equipos e instrumentos.

Los PLC's serán modulares, es decir, estarán preparados para la incorporación futura de nuevas vías de diálogo sin menoscabo de las existentes, de tal manera que puedan absorber incluso canales de periferia distribuida basada en las comunicaciones que más se ajusten a la topología eléctrica.

El PLC también será capaz de interpretar las distintas señales, digitales y analógicas que se precisen para el accionamiento de los bombeos: sensores de nivel etc.

El autómata trabajará en forma de inteligencia distribuida, es decir, que lo harán de forma autónoma, aun con falta de comunicación con cualquiera de los otros elementos que componen la red. El autómata dispondrá de memoria necesaria para realizar trabajos encomendados así como de archivo de datos obtenidos por un tiempo no inferior a 72 horas y con un 25% de espacio de reserva.

Cada autómata se configurará en el entorno de un procesador del tipo de palabra rápida para tareas binarias y digitales.

El tratamiento de los programas será de forma cíclica con tiempo de tratamiento igual o inferior a 1 microsegundo por instrucción.

La memoria de programas se constituirá mediante unidades RAM y memorias borrables EPROM. Cada PLC dispondrá de la memoria necesaria para las lógicas de funcionamiento en que van a trabajar y archivo de datos para un tiempo mínimo de 72 horas con un 25% de reserva.

La programación podrá realizarse mediante ordenador y también será posible la programación con unidades específicas.

Los autómatas serán instalados en el interior de armarios metálicos, con puerta anterior dotada de ventanas transparentes, totalmente cableados hasta bornes situados en la parte inferior de los armarios donde irán conectados todos los cables, tanto de señales de entrada y salida, tanto analógicas como digitales.

Comprenderá todas las situaciones de funcionamiento normal automático programado, con intervención humana en situación de alarma.

Este control de los grupos de bombeo se podrá realizar de la siguiente forma:

- **Sistema manual:**

Estará compuesto por órdenes locales de puesta en funcionamiento sin intervención posible de enclavamientos a excepción de los de protección de la máquina.

El operador arranca o para las bombas desde el cuadro de control de motores (CCM). El conmutador de la bomba en el CCM se debe encontrar en Manual.

En este modo de funcionamiento, las bombas sólo pararán automáticamente por disparo de alguna de las protecciones de las bombas.

En ningún caso se producirá un arranque de una bomba sin la intervención del operador sobre la botonera del CCM.

- **Sistema redundante**

Entrará en funcionamiento en caso de fallo del autómata conectándose automáticamente cuando se produce. El control se le devuelve en cuanto se restaura el fallo.

- **Sistema automático**

En este modo de operación el accionamiento y paro de las bombas de la Estación de Bombeo se controla por medio del PLC del Cuadro de Control del Bombeo. El conmutador de la bomba en el CCM se debe encontrar en Automático.

El Cuadro de Control de la Estación de Bombeo tendrán un conmutador Local / Remoto, permitiendo que el establecimiento de las consignas de funcionamiento u órdenes se establezcan de forma local en el visualizador alfanumérico del cuadro de control o bien de forma remota desde el SCADA instalado en el Centro de Control, permitiendo los siguientes modos de funcionamiento:

- Funcionamiento Local
- Funcionamiento Remoto

En ambos casos de funcionamiento, el operador dispondrá en el interface de operación (Visualizador del Cuadro de Control o Pantalla del SCADA del Centro de Control) de la información pertinente.

Además se establecerán permisivos de arranques basado en tiempos de arranques consecutivos de la misma bomba, tiempo entre arranques de bombas diferentes, tiempo mínimo de operación de una bomba, etc. Para evitar en la medida de lo posible calentamientos excesivos en los motores y desgaste excesivo en los mismos.

- **Automático – Manual.**

El operador podrá arrancar o parar las bombas, dando las órdenes correspondientes en el interface de mando constituido por el visualizador alfanumérico instalado en el Cuadro de Control de motores. Una vez emitida la orden sobre la bomba, el PLC ejecutará de forma automática la secuencia de arranque o de parada de la bomba.

En el caso de disparo de la bomba el PLC ejecutará de forma automática la secuencia de parada.

En este modo de funcionamiento, no se arrancará de forma automática la bomba. En caso de disparo, será necesaria la intervención del operador para volver a poner en marcha la bomba.

- **Automático – Programado.**

En este modo de funcionamiento, el PLC de forma automática parará y arrancará las bombas que sean necesarias para mantener la consigna de funcionamiento establecida. El PLC se encargará de hacer la rotación entre las bombas de manera que exista un desgaste homogéneo, y además siempre que haya que parar una bomba entre varias funcionando se parará la que entró en funcionamiento en primer lugar. En el caso de que alguna bomba dispare por cualquier circunstancia, el PLC intentará arrancar otra bomba para mantener el estado deseado por el programa.

En el caso de que se pierda la comunicación entre el cuadro de control de la Estación de Bombeo durante más de 15 minutos, se pasará automáticamente al funcionamiento degradado que se menciona en el siguiente apartado.

- **Automático – Degradado.**

Este modo de funcionamiento tiene lugar ante la pérdida de comunicaciones por un tiempo superior a 15 minutos. En este caso de pérdida de comunicaciones con la Estación de Bombeo se alertará mediante un piloto en el cuadro de control de la Estación de Bombeo.

En este modo de funcionamiento se mantendrá las condiciones de operación antes de entrar en él durante un determinado tiempo prefijado. En el caso de que se restablezca la comunicación, se entrará de nuevo en el funcionamiento Programado, de acuerdo al programa de funcionamiento que se hubiera establecido anteriormente.

### **Gestión mediante PLC**

El funcionamiento se encuentra totalmente bajo el control del autómeta. Los enclavamientos son todos lógicos a excepción de las protecciones térmicas.

Se instalará un lazo de maniobra común a todas las máquinas del proceso y será establecido por una botonera de arranque instalada a pie de máquina que permita:

- Arranque manual
- Puesta a la orden del control para funcionamiento automático
- Parada en botonera que impida arranque automático desde control central.
- Parada de emergencia (seta)

El autómeta podrá constituir un módulo en condiciones de autogestionar y de realizar de manera autónoma y con mayor flexibilidad las principales funciones de protección, medida, diagnóstico, monitorización, comunicación y automatización, haciendo posible la gestión centralizada del cuadro.

El d.m.m. deberá estar provisto de:

- entradas binarias optoaisladas
- salidas binarias idóneas para operador en dispositivos elegidos por el usuario
- entradas analógicas para los detectores de corriente y tensión
- comunicación serie

El panel frontal del autómata deberá estar provisto de un display gráfico retroiluminado y de algunos pulsadores, con el fin de realizar una interfaz hombre-máquina (MMI) sencilla, fácil de utilizar y completa. Por otro lado, el panel deberá estar provisto de LEDs auxiliares en condiciones de señalar alarmas correspondientes a las protecciones, al diagnóstico y, más en general, al estado de cualesquiera unidades externas conectadas al dispositivo multifunción con microprocesador.

En concreto, deberán poder visualizarse en el display alfanumérico tanta informaciones (estado de los módulos externos, alarmas, protecciones, autodiagnóstico, etc.) como el esquema eléctrico unifilar de la parte de sistema en la cual está insertado el módulo, indicando en tiempo real la posición de los órganos de maniobra del compartimento.

El d.m.m. deberá estar en condiciones de implementar las siguientes funciones de protección adecuadamente combinadas en función de las exigencias del sistema: (Códigos identificativos conforme a lo establecido por la Norma IEEE C37.2-1996)

- 21 (Distanciamétrica)
- 25 (Control de sincronismo)
- 27 (Mínima tensión)
- 32P (Direccional de potencia activa)
- 37 (Baja carga)
- 46 (Carga desequilibrada)
- 49 (Imagen térmica)
- 50 (Corriente instantánea máxima)
- 50N (Defecto a tierra instantáneo)
- 51 (Corriente máxima a tiempo definido)
- 51IDMT (Corriente máxima a tiempo inverso)
- 51START (Arranque de motor)
- 51LR (Rotor bloqueado)
- 51N (Defecto a tierra a tiempo inverso)
- 51NIDMT (Defecto a tierra a tiempo inverso)
- 59 (Tensión máxima instantánea)
- 59 (Tensión máxima a tiempo definido, dos umbrales)
- 9N (Tensión residual a tiempo definido, dos umbrales)
- 66 (Número de arranques)
- 67 (Corriente máxima a tiempo definido direccional, dos umbrales)
- 67N (Defecto a tierra a tiempo definido direccional, dos umbrales)
- 68 (Conexión de transformador)
- 79 (Reenganche automático)

- 81 (Control de frecuencia)
- 87 (Diferencial de transformador y motor)

El autómata deberá estar en condiciones de implementar las siguientes funciones de medida, adecuadamente combinadas en función de las exigencias del sistema:

- Corrientes de fase
- Corrientes de defecto a tierra
- Tensión de fase
- Tensiones concatenadas
- Tensión residual
- Valores medios de corriente trifásica (calculados en el intervalo de tiempo regulable de 1 hasta 30 minutos), valor máximo registrado
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Factor de potencia
- Frecuencia
- Energía activa
- Energía reactiva
- Energía calculada mediante impulsos exteriores (máx. 15)
- Horas de servicio
- Ciclos de conmutación
- Sumatorio de las corrientes interrumpidas

Por otro lado, el autómata deberá implementar importantes funciones de automatización de panel, con el fin de permitir al usuario efectuar operaciones de mantenimiento en condiciones de máxima seguridad, como, por ejemplo, la conexión a tierra de un trayecto de línea o el desacoplamiento de una determinada carga.

En concreto, el módulo deberá estar en condiciones de "gestionar" enclavamientos entre diversos órganos de maniobra, impidiendo operaciones no permitidas por la topología del sistema. La definición de la lógica de enclavamiento podrá modificarse en función de las exigencias del usuario, variando simplemente el software de configuración.

La utilización de d.m.m., por otro lado, podrá adoptarse siempre que se requiera una conmutación automática y manual entre dos módulos funcionales diferentes de entrada, pudiendo el tiempo de conmutación necesario estar comprendido entre 190 y 300 milisegundos (incluidos los tiempos de maniobra de los interruptores). En función de la ausencia o de la disminución transitoria de la tensión de red, el d.m.m. podrá estar en condiciones de supervisar autónomamente la desconexión de los motores y, posiblemente, ejecutar órdenes destinadas a lograr la reconexión automática.

Por tanto, el d.m.m. podrá utilizarse para realizar protecciones de tipo lógico con el fin de diferenciar la avería, localizándola y aislándola mediante la apertura del menor número posible de interruptores.

Los últimos 100 eventos deberán memorizarse automáticamente junto al tiempo de adquisición y los datos relativos deberán poder transferirse a un posible sistema de control centralizado. En concreto, los eventos memorizados podrán ser:

- activación y posterior intervención de las funciones de protección
- cambio de estado de las salidas y de las entradas binarias

- órdenes locales y remotas
- cambio de estado de los interruptores y de los seccionadores
- encendido y apagado de la unidad central
- posibles intentos de emitir una orden no permitida por los enclavamientos
- alarmas provenientes del diagnóstico

Por otro lado el d.m.m. deberá estar en condiciones de monitorizar y elaborar y procesar los siguientes parámetros:

- autodiagnóstico de módulos
- contactos de relés de potencia
- continuidad del arrollamiento de la bobina de apertura
- estado de carga del resorte de cierre/apertura del interruptor
- número de operaciones mecánicas

La comunicación con un sistema de control central deberá realizarse con una interfaz SPABUS o bien LAN.

La alimentación auxiliar podrá elegirse entre los valores 48...230 Vcc, no debiendo el consumo de potencia ser superior a los 30W

Los bornes deberán realizarse con clase de aislamiento conforme a IEC 85, con material conductor de latón, cobre u otro material de alta conductividad y deberán ser del tipo antiaflojamiento.

Deberán preverse paredes en las regletas de bornes para separar los diversos circuitos.

## **2.8.- SEÑALES Y PARÁMETROS DE CONTROL**

Los parámetros mínimos de control de PLC's enviados al SCADA para identificar el funcionamiento serán los definidos en el documento N°1 para la EDAR y cada EBAR .

## **2.9.- PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES.**

Los sistemas de protección contra sobretensiones tienen como cometido proteger otros aparatos, equipos e instalaciones eléctricas contra sobretensiones excesivamente elevadas y/o establecer la compensación de potencial. Para ello se instalarán las siguientes protecciones:

### **2.9.1.- Descargador de sobretensiones de la red.**

#### **2.9.1.1.- Protección de señales analógicas 4-20 mA.**

Se incluyen módulos compactos con capacidad para dos canales. Se trata de una protección para una corriente transitoria máxima de 5 kA según la curva 8/20 mediante descargadores de gas, diodos supresores de corto tiempo reacción y resistencia de desacoplo. Se montarán en cada extremo de las líneas de señal de entrada analógica 4-20 mA procedentes de la instrumentación de medida instalada en campo.

#### **2.9.1.2.- Protección de señales digitales.**

Se incluyen módulos enchufables con capacidad para dos hilos. Se trata de una protección enchufable, para una corriente transitoria máxima de 2,5 kA según la curva 8/20 compuesta por descargadores de gas, varistores, diodos supresores de corto tiempo reacción y resistencia de desacoplo. Se montarán en cada extremo de las líneas de señal de entrada digital de 24 Vcc procedentes de contactos libres de tensión en campo.

#### **2.9.1.3.- Protección de líneas de alimentación de 230 VCA /16 A.**

Se incluyen módulos compactos, con indicación luminosa de presencia de tensión (verde) y de fallo (desconexión por sobrecarga térmica, rojo). El circuito proporciona protección de tensión

transversal entre la fase y el neutro y protección de tensión longitudinal de los dos conductores activos contra tierra. Se trata de una protección compacta para carril DIN, con una corriente transitoria nominal máxima de 2,5 kA según la curva 8/20 compuesta de descargadores de gas clase D, varistores y resistencias de desacoplo. Se instalarán en cada extremo de las líneas a 230 Vca que alimentan a la instrumentación de medida instalada.

#### **2.9.1.4.- Protecciones contra descargas atmosféricas.**

- Máxima tensión permisible de servicio  $U_c$  255 V / 50 Hz .
- Capacidad de apagado de la corriente residual con  $I_f$  50 KAeef.
- Corriente de choque tipo unipolar  $I_{imp}$ . 50 KA.
- Nivel de protección (1,2 / 50)  $U_p$   $\geq$  4 Kv.
- Tiempo de respuesta  $T_a$   $\geq$  4 100 ns.
- Margen de temperatura de trabajo -40°C.....+80°C.
- Sección de conexión entre 10 y 35 mm<sup>2</sup> en cable flexible.
- Resistencia de aislamiento mayor o igual de 1000 M.
- Montaje en carril DIN.
- Material de la carcasa en fibra de vidrio.
- Protección IP20.
- Bobina de Desacoplamiento.

Para la coordinación energética de descargadores de corriente de rayo y descargadores de sobretensiones de la red se deberá utilizar una bobina de desacoplo. Esta bobina de desacoplo sustituye a la longitud de los conductores, necesaria en otro caso, para el desacoplo del descargador de corriente de rayo y el descargado de sobretensiones

- Tensión nominal 500 V.
- Frecuencia nominal de 50 Hz .
- Corriente nominal de 35 A.
- Capacidad de cortocircuito de 50 KA / Hz.
- Resistencia de corriente continua de 4m.
- Temperatura de trabajo de -40<sup>a</sup> C.....+115<sup>o</sup> C.
- Sección de conexión mínimo de 15 mm<sup>2</sup> y sección máxima de 35 mm<sup>2</sup>.
- Montaje en carril DIN.
- Material de carcasa reforzado con carcasa de fibra de vidrio.
- Protección IP20.

#### **2.9.1.5.- Descargador de sobretensiones para cable de comunicaciones.**

- Protección de transmisión de datos con 4 hilos, TTY, RS485, RS485 dúplex y V11.
- Respuesta rápida
- Máxima tensión permisible servicio ( $U_c$ ): 6 V-
- Tensión nominal ( $U_n$ ): 5 V-
- Corriente nominal de descarga ( $i_{sn}$ ): 10 kA
- Corriente máxima de descarga ( $I_{max}$ ): 5 / 20 kA

- Nivel de protección para 1 kV/ hilo-hilo (Up): < 8,5 V
- Tiempo de respuesta (tA): < 1 ns
- Frecuencia critica (fg): 1 Mhz
- Velocidad de transmisión rápida hasta: 1 Mbits/s
- Impedancia long.(R): 1,8 ohm/hilo
- Capacidad paralelo introducida ( c ): 3 nF
- Temperatura de trabajo: -25° a +80° C
- Toma de Tierra directa / indirecta del blindaje
- Sección conductores de cableado. Hasta 2,5 mm<sup>2</sup> flexible
- Clase de protección: IP 20

### **2.9.2.- Tomas de tierra**

La denominación de puesta a tierra comprende toda la ligazón metálica directa sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permiten el paso a tierras de corrientes de falta o descarga de origen atmosférico. (REBT, MI-BT 039).

### **2.9.3.- Rearme automático de la instalación**

La reconexión automática es la solución ideal para instalaciones que necesiten un suministro continuado de energía eléctrica sin personal de mantenimiento habitual.

Para ello se deberá instalar un sistema de protección y reconexión diferencial y magnetotérmica en toda las instalaciones del sistema de control. También dispondrá de magnetotérmico motorizado para poder accionar a distancia el rearme automático, disponiendo de un interruptor manual para conectar o desconectar el accionamiento a distancia, y dos contactos auxiliares para indicar el estado del magnetotérmico.

Este sistema deberá poseer las siguientes características técnicas:

- Dos contactos conmutados auxiliares libres de tensión para indicar el estado del magnetotérmico.
- Magnetotérmico motorizado para poder accionarse a distancia.
- Interruptor con conexión eléctrica “conexión – desconexión”
- Protección magnetotérmica y diferencial.
- Reconexión automática tanto del diferencial como del magnetotérmico.
- Transformador diferencial incorporado a relé.
- Sensibilidad de 30 mA.
- Temporización fija de 2° ms.
- 2 reconexiones para el magnetotérmico y 10 para el diferencial.
- 1 minuto de tiempo entre reconexiones.
- 60 min de tiempo de puesta a cero de contador de reconexión.
- Visualización de fuga:
  - Display de 3 dígitos para indicación fija instantánea de fuga.
  - LED OF para indicación de disparo.



- Curva de disparo Tipo C.
- Reset y Test mediante pulsador.
- Fijación mediante carril DIN
- Norma UNE 61008-1

#### **2.9.4.- Sistema de alimentación ininterrumpida.**

Con objeto de prevenir que fallos de alimentación dejen sin servicio a los equipos del puesto central, se instalará una unidad de alimentación ininterrumpida que contará con una autonomía de 30 minutos, tiempo suficiente para realizar las tareas de cierre de ficheros.

Fuente de alimentación industrial ininterrumpida SAI a 24 VDC 2,0 Ah para la unidad de control principal, los sensores pasivos y los elementos de telecomunicación. Viene protegida con un fusible a la salida de las baterías y con fusibles internos tanto a la entrada de tensión como a la salida de la tensión convertida. Incorpora además una función de protección contra la descarga de las baterías, cortando de forma automática el suministro de las mismas una vez descargadas.

#### **2.10.- CUADRO DE COMUNICACIONES DE EBAR A CENTRO DE CONTROL**

La comunicación de las EBAR con el centro de control se realizará mediante el suministro e instalación equipo de comunicaciones bidireccional compuesto de alimentación autónoma de batería de bajo mantenimiento, conexión y cuadro eléctrico, cableado a toma, CPU, memoria flash, módem GSM/GPRS/G3 y modem de comunicaciones.

En el interior de la EDAR las comunicaciones se realizarán mediante fibra óptica

#### **2.11.- INGENIERÍA Y PUESTA EN MARCHA**

##### **2.11.1.- Trabajos de ingeniería**

El presente proyecto contempla los siguientes trabajos de ingeniería:

- Ingeniería de programación de PLC's , y ampliación (sin límite de variables, operaciones o entradas), para la integración de la automatización, telemando y gestión de todos los parámetros de las EBAR incluyendo cálculo automático de variables de control , incluso documentación técnica con especificaciones funcionales del sistema y manuales de operador y supervisor del sistema de control: planos generales del sistema; esquemas unifilares y cableado de los puntos; posicional de equipos y canalizaciones; cableado y conexionado de los sensores; manual de la aplicación informática; especificaciones técnicas de los equipos
- Ingeniería de programación y ampliación del SCADA del centro de control.

##### **2.11.2.- Puesta en marcha y pruebas**

Control de Calidad de señales y Pruebas Funcionales de la instalación incluyendo:

- Pruebas en taller (previa a instalación en campo) de funcionamiento del PLC, pantalla táctil y verificación de conexiones de los cuadros de todas las instalaciones, realizada por un Técnico.
- Verificación de señales entre campo y PLC.
- Redacción y cumplimentación de protocolo de pruebas.
- Verificación de señales en CPC.
- Pruebas de señales entre campo y CPC, previendo, como mínimo, la participación de un Técnico en Software y un Técnico de Programación y operario especializado en electricidad e instrumentación en campo durante la duración de las pruebas o hasta tanto lo determine la Dirección de Obra.
- Pruebas funcionales desde Centro de Control, previendo, como mínimo, la participación de un Técnico en Software y un Técnico de Programación y operario especializado en electricidad e

instrumentación en campo durante la duración de las pruebas o hasta tanto lo determine la Dirección de Obra.

- En cualquier caso quedará verificado el funcionamiento de la instalación en todos los posibles modos de funcionamiento (Local, Automático y Remotos), así como todas las posibles combinaciones en los modos de función y casuísticas que puedan darse.

#### **2.11.2.1.- Metodología**

Se utilizarán los protocolos de pruebas y puesta previamente redactados por el adjudicatario y sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra. En estos procedimientos se registrarán aspectos relativos a:

- Identificación del punto a controlar
- Identificación del personal técnico que la realiza
- Enumeración de los elementos a comprobar
- Características técnicas a cumplir por cada uno de los elementos a controlar
- Enumeración de los puntos de control o test en cada elemento
- Condiciones de realización de la prueba
- Pautas de control o procedimiento a seguir
- Procedimientos especiales
- Material y equipos auxiliares calibrados necesarios.
- Criterios de aceptación y rechazo
- Informe de inspección. Cuadro resumen

#### **2.11.2.2.- Pruebas**

En general las pruebas podrán subdividirse en tres tipos:

a. Pruebas en fábrica: El objetivo de las pruebas consiste en verificar que los equipos suministrados cumplen las especificaciones y la funcionalidad establecidas

b. Pruebas en Campo de cada punto de control: El objetivo de las pruebas en campo consiste en verificar que los equipos no han sufrido deterioro durante su transporte o en su instalación. Verificar que los parámetros de los equipos que son función del punto en que están instalados se han ajustado correctamente

c. Pruebas globales del sistema: El objetivo de las pruebas globales consiste en comprobar que los datos adquiridos y calculados en los puntos de control son correctos y coinciden en valor e instante temporal con los recibidos en el Centro de Control, Centros de Presentación de Datos. Comprobar que las órdenes emitidas desde el Centro de Control y desde los Centros de Presentación de Datos se reciben, correctamente y en tiempo, en los Puntos de control.

#### **2.11.2.3.- Condiciones de prueba**

Se definirán las condiciones ambientales, cargas eléctricas o físicas a aplicar, duración de cada prueba, forma de simulación (en su caso) de cambios de la variable a medir, etc.

#### **2.11.2.4.- Cuadro de resultados**

Se incluirán unas hojas o cuadro de resultado en donde anotar los datos que se vayan obteniendo al realizar las pruebas.

#### **2.11.2.5.- Características de la instrumentación de prueba empleada**

Se definirán las características principales (precisión, rango de medida, etc.) de la instrumentación que habrá de emplearse para medir las variables características de los equipos a probar. Se incluirán la documentación técnica correspondiente.

### **2.11.3.- Documentación a entregar**

Se entregarán todos los documentos necesarios que permitan entender el funcionamiento del sistema y permitan a los usuarios finales del sistema codificarlo y ampliarlo en el futuro.

#### **DOCUMENTOS DE FABRICACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

- Hojas de calibración y protocolos de pruebas en fábrica.
- Procedimientos de recepción de materiales.
- Albaranes de entrega de todos los elementos.
- Hojas de ruta de instalación.
- Informes de inspección
- Protocolos de prueba en campo.
- Criterios de aceptación y rechazo

#### **PLANOS**

- Generales del sistema.
- Esquemas unifilares de cableado de cada punto.
- Posicional de equipos y canalizaciones de cableado.
- Planos acotados de arquetas, zanjas y obras de instalación realizadas.

#### **MANUALES DE USUARIO**

Se entregarán todos los manuales necesarios para el uso del sistema, incluyendo:

- Manuales de operación de cada uno de los sistemas y de los equipos que lo componen
- Manuales del sistema operativo.
- Manuales de los equipos informáticos.
- Manuales del programa.

#### **APLICACIONES INFORMÁTICAS**

• Copia de seguridad de todas las aplicaciones informáticas utilizadas y las instrucciones de instalación

- Licencias de uso de los programas utilizados y sistema operativo.
- Descripción funcional

#### **MANUALES DE MANTENIMIENTO**

Así mismo se entregará toda la documentación que se requiera para el mantenimiento, la ampliación y la modificación del sistema, tales como:

- Manual de mantenimiento de cada una de los sistemas y equipos
- Listado y valoración del stock de repuestos y consumibles así como el valor de reposición de stock anual
- Esquemas de cableado interno de cada uno de los equipos y componentes de un sistema.
- Listado de materiales con N° de serie y N° de parte.
- Protocolos de detección de errores.
- Licencias y originales del sistema operativo.
- Licencias y originales de otras herramientas ofimáticas utilizadas.

#### **2.11.4.- Formación**

Los cursillos de formación se dividen en dos niveles:

- Para operadores del Centro de Control
- Para el personal de mantenimiento de la red

##### **2.11.4.1.- Operadores del centro de control**

El objetivo del cursillo impartido a los operadores del sistema es capacitarlos para el manejo total de los sistemas de presentación de datos desde el punto de vista de la funcionalidad.

Contenido del cursillo:

- Relación de los puntos de la red con su situación geográfica y datos a medir.
- Datos directos proporcionados por el sistema.
- Frecuencia de adquisición de datos.
- Precisión de los datos.
- Datos elaborados que el sistema permite obtener.
- Formas de presentación de los datos.
- Informes que el sistema proporciona.
- Presentaciones no definidas que el sistema puede proporcionar sin modificaciones del software o del hardware.

##### **2.11.4.2.- Personal de mantenimiento**

El contenido del cursillo a realizar para el personal de mantenimiento es el siguiente

- Parte teórica:
  - La frecuencia del mantenimiento preventivo.
  - Los parámetros de comprobación.
  - Los criterios para considerar que el proceso de degradación de un equipo es irreversible.
  - Los equipos o componentes a sustituir preventivamente.
  - El significado de las alarmas de estado.
  - Los procesos de administración del sistema, incluyendo aspectos relativos a seguridad.
- Parte práctica:
  - Desmontar todos y cada uno de los equipos.
  - Conocer los puntos de test y realizar los test.
  - Detectar los componentes averiados.
  - Reparar o sustituir, en su caso, los componentes averiados.

No se impartirán simultáneamente entre sí para que determinadas personas puedan asistir a todos ellos.

No existe límite para el número de asistentes. No obstante la Dirección de Obra proporcionará previamente la relación de asistentes a cada uno de ellos para establecer, en caso necesario, más de un grupo. Así mismo, estos cursillos podrían realizarse coincidiendo con la primera puesta en funcionamiento del Centro de Explotación y repetirse posteriormente cuando la obra esté próxima a su recepción provisional.

### 3.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

#### 3.1.- INSTRUMENTACIÓN AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

Todos los equipos, instrumentos y elementos serán de primera marca aceptada por la Dirección de obra.

##### 3.1.1.- Medida de nivel radar

Servicio: Medida en continuo de nivel cámara

Sensor radar para medida continua de nivel.

Área de aplicación: Apropiado para medición de nivel en plantas de tratamiento de aguas, estaciones de bombeo, depósitos de tormentas, así como para medida de caudal en canal abierto y monitorización del nivel.

- Versión: Con antena de plástico, diámetro 80 mm.

- Material: PP

- Temperatura de proceso: -40...+80° C

- Conexión a proceso: Soporte de montaje 300 mm

- Material: Acero inoxidable (1.4301)

- Electrónica: dos hilos 4...20mA / HART

- Carcasa: Plástico

- Protección: IP68 (1 bar) / con cable outlet

- Cable: Longitud 30 m.

- Material: PUR

- Temperatura: -40...+80°C

Entrada analógica: Nivel

Interna: Consigna nivel mínimo/máximo

Interna: Alarma nivel mínimo/máximo

El PLC recibe la señal analógica de entrada procedente del transmisor de nivel, la compara con el valor interno de consigna asignado como mínimo/máximo permitido y en función del resultado activa la alarma interna de nivel bajo/alto.

##### 3.1.2.- Medida de nivel boya

Las principales características son las siguientes:

Microinterruptor	: SPDT, máx. 250VAC/150VDC máx. 3 A (AC), máx. 1 A (DC)
Ángulo de disparo (alto nivel)	: +25° ±6° medido desde horizontal
Ángulo de disparo (bajo nivel)	: +14° ±3° medido desde horizontal
Temperatura proceso	: +5 - +70 °C
Presión proceso	: ≤ 3 bar at 20°C
Densidad del líquido	: ≥ 0,8 g/cm <sup>3</sup>
Grado protección	: IP 68
Longitud cable	: L (*)
Material flotador	: Polipropileno (PP)
Material aislamiento cable	: PVC

Material contrapeso	: recubierto de poliamida (PA)
Dimensiones flotador	: aprox. Ø29,2x135 mm

### **3.1.3.- Medida de caudal en canal**

Para medir el caudal de agua bruta se instalará un sistema de medición de caudal en canal abierto por ultrasonidos en cada uno de los canales de reparto.

En este caso, el transmisor de nivel dispondrá de las aplicaciones opcionales para la medida y totalización de caudal en canal abierto, con curvas de caudal OCM preconfiguradas y posibilidad también de personalizar una curva mediante 32 puntos.

La medida de este caudal será sólo informativa.

Principio de medida	: Sensor ultrasónico
Aplicación	: Medición caudal
Rango de medida	: 3 m (líquidos)
Distancia de bloqueo	: 7 cm
Frecuencia de trabajo	: 90 kHz
Ángulo de emisión	: 12°
Distancia instalación a	: min. 3 x H <sub>máx</sub>
Temperatura proceso	: -40 - +80 °C
Grado protección	: IP 68
Conexión	: G1" (trasera); G1-1/2" (frontal)
Longitud cable integrado	: 10 m
Material cuerpo	: PVDF
Dimensiones	: Ø75x137 mm
Peso	: aprox. 4,5 kg

### **3.1.4.- Actuador multivuelta para maniobra y telemando de válvula**

Actuador eléctrico multivuelta para maniobra y telemando de válvula

Tipo de servicio (bien todo/nada o regulación)

Tensión motor	400V/3F/50 Hz
Clase aislamiento motor	F
Protección motor	3 termostatos
Tipo de protección	IP 67 s/DIN 40 050/IEC 529
Protección antideflagrante	No
Límites temperatura ambiente	desde -25°C hasta +70°C
Protección anticorrosión	KN, estándar
Pintura	Dos componentes: hierro-mica
Ajustes de parámetros del actuador	No intrusivo
Señalizador de posición y par	Mediante transmisor magnético

Finales de carrera CERRADO/ABIERTO No (posición mediante trans. mag.)

Limitadores de par CERRAR/ABRIR No (par mediante trans. mag.)

Intermitente (indicación de funcionamiento) No

Reductor mecánico	10-V, ajustable 1-500, con transmisor magnético
Calefacción	24V
Volante para servicio manual	Sí
Interfaz paralelo	Sí
Entradas analógicas/digitales (conexión de sensores)	Sí
PROFIBUS DP V1	Sí
<b>Mando local</b>	
Pantalla LC con texto normal (iluminada)	Sí
Lámparas indicadoras	Sí
Selector bloqueable	Sí
Corrección automática de fase	Sí
Alimentación externa	Sólo necesaria para módulo de E/S
<b>Funciones/Programación</b>	
Botonera integrada	ABRIR-PARAR-CERRAR
Selector integrado	LOCAL-0-REMOTO
Modo por pasos	Sí
Posiciones intermedias	Sí
Entrada emergencia	Sí
Protección motor (by-pass)	Sí
Limitador de par (by-pass)	Sí
Comportamiento a fallo de señal/comunicación	Sí
Programación	<ul style="list-style-type: none"><li>- Con el mando local.</li><li>- Con dispositivo de programación (p.ej. PC portátil).</li><li>- Con la estación de control (PROFIBUS DP V1).</li></ul>
<b>Señales/Diagnosis</b>	
Relés de señalización programable	<ul style="list-style-type: none"><li>- Señal colectiva de fallo (programable).</li><li>- Señalización de posiciones finales.</li><li>- Indicación de marcha.</li><li>- Par de desconexión alcanzado.</li><li>- Posición selectora.</li><li>- Estado listo REMOTO.</li><li>- Indicación de posición.</li><li>- Funciones de vigilancia.</li><li>- Registro de datos de operación</li></ul>

**VARIOS**

Módulo de E/S combinado con Profibus DP o Mod bus integrado (a elegir):

Mínimo 6 salidas digitales programables, 1 salida analógica, 6 entradas digitales

Cambio sentido de giro por inversión de fase mediante elemento semiconductor integrado (tiristor o similar)

Sí

Monitorización continua de posición y par:

Sí

Conexión eléctrica y de bus de control tipo enchufe:

Parada por seta de emergencia con parada tras rearme de seta (bornas integradas)

SÍ

Sí

**3.1.5.- Medida de caudal en tubería**

Para la medida de caudal en tubería de impulsión se instalará caudalímetros electromagnéticos.

**- Modelo sensor:**

- Principio de medida: Electromagnético  
 - Montaje: Carrete de medida en tubería mediante brida de conexión y electrónica separada del tubo de medida.

Tramo de entrada:  $\geq 5$  DN

Tramo de salida:  $\geq 3$  DN

- Tamaño:

DN xxx

- Rango de medida:

De 0,3 a 12 m/s

- Materiales:

Tubo de medida:

Acero inoxidable

Recubrimiento:

Polipropileno DN  $\leq 50$  (Reactivos, justificar compatibilidad)

Electrodos de medida:

Goma Dura DN  $\geq 50$  (Agua Fango)

Hastelloy C

Electrodos de puesta a tierra:

Incluidos en carrete de medida Hastelloy C

Bridas:

Según DIN 2632.

- Limite de temperatura de proceso:

Polipropileno: - 5° a + 90° C

Goma Dura: - 5° a + 80° C

- Protección sensor:

IP 68

**Convertidor de señal**

- Modelo:

- Precisión:  $\leq 0.2$  % valor instantáneo

- Alojamiento de la unidad electrónica: Separada del cuerpo medidor en caja de aleación de aluminio y/o recubierta en poliuretano.

- Alimentación:

230 V, 50 Hz.

- Salida:

4-20 mA.

Impulsos de totalización

y/o bus de campo seleccionado para Sistema de Control.

- Impedancia de salida:

Menor de 1 Mohm

- Límites de temperaturas de proceso:

-5 ° C a +80 ° C.

- Tiempo de respuesta:

3 seg.



- Conductividad mínima:  $\geq 50 \mu\text{S/cm}$
- Longitud cable sensor-unidad de medida: Mín 25 metros. Se justificará la longitud indicada si es inferior.
- Protección: IP 67
- Conformidad: Marcado CE

### **3.1.6.- Manómetro de presión**

- Modelo
- Célula de medida: Presión. Con líquido de relleno inerte.
- Rango de medida de entrada: xx a xx bar.
- Indicador digital Visible en todo momento.
- Materiales:
- Boquilla de conexión: Acero inox AISI-316 para conexión con picaje 1", con llave de aislamiento y conexión en T para limpieza.
- Unidad electrónica: Aleación de aluminio.
- Alimentación: 24 Vdc.
- Salida: 4-20 mA y/o bus de campo seleccionado para Sistema de Control.
- Protección: IP 68
- Límite de temperatura de proceso:  $-20^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$
- Rango de medida de salida:
- Conformidad: Marcado CE

### **3.1.7.- Medida de gases**

Se ha previsto un sistema de monitorización de la concentración de gas sulfhídrico, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> y CO con el objeto de prevenir o asegurar que los operadores no queden expuestos a este gas tóxico y de igual forma activar de forma periódica la desodorización

El sistema está constituido por cuatro sensores electroquímicos específicos ubicados en el pozo seco y en el pozo de cámara húmeda (este podría no considerarse si no se prevé acceso), adecuadamente instalados en el interior de esta zona, conectados los cuatro a una unidad de control que se instalará en la caseta de CCMs.

Los sensores electroquímicos tendrán tecnología catalítica, salvo el sensor de CH<sub>4</sub> que será de infrarojos. El rango de medición será

Tipos de gases a detectar con los correspondientes rangos de medición:

0...25 vol % O<sub>2</sub>

0...250 ppm CO

0...50 ppm H<sub>2</sub>s

Precisión: +-3%

Salida de señal: 2 conductores/ 4...20mA

Normativa: ATEX actual

Alimentación: 8...30 VDC/24 mA

Rango de temperatura:  $-20...+50^\circ\text{C}$

Los sensores quedan conectados con la unidad de control, individualmente, mediante bucles de dos hilos a 4-20 mA.

La unidad de control dispone de un módulo de visualización común, con pantalla retroiluminada, que detalla el estado general del sistema e incluye relés de alarma comunes que se utilizarán para el accionamiento de una alarma acústico-visual externa. Asimismo está equipada con cuatro módulos de entrada 4-20 mA, para la conexión de los sensores, que cada uno incluye una pantalla retroiluminada que detalla el tipo de gas, el rango de medición, la lectura de gas real en formato de gráfico de barras y numérico, además del estado de alarma. Dispone también de una señal de salida 4-20 mA por cada uno de los sensores, que se conectarán al sistema de control y serán comunicados para su monitorización en el SCADA de la EDAR.

El módulo de relés proporciona 8 relés adicionales, 7 de ellos son configurables como alarmas individuales (A1, A2, A3 y /o fallo), común, grupos o voting, y el octavo está fijado como relé de fallo del sistema.

En cada EBAR se dispone de dos accesos para la entrada del personal. En la caseta se instalará la unidad de control, la cual ya dispone de una alarma acústico-visual montada sobre panel. En el acceso de la EBAR se instalará tan sólo una alarma acústico-visual, de color rojo, controlada por la unidad de control.

Se dispondrá de placa de señalización para USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE DETECCIÓN DE GASES.

La instalación se realizará de la siguiente forma:

- Instalación y montaje detectores, cableados bajo tubo PVC en manguera 2x1,5mm<sup>2</sup> apantallada libre de halógenos.
- Instalación y montaje detectores de tipo Polytron 8310 o similar, cableados bajo tubo PVC en manguera 3x1,5mm<sup>2</sup> apantallada libre de halógenos.
- Instalación balizas de señalización, bajo tubo PVC, manguera 4x1,5 mm<sup>2</sup> conexionado y puesta en marcha.

### **3.1.8.- Ventilación y desodorización**

Existe una ventilación forzada y desodorización. El funcionamiento podrá ser manual, a partir de los mandos en el frontal del cuadro, mediante el panel táctil o de forma automática.

En forma automática el funcionamiento será posible de dos maneras distintas y siempre con las consideraciones realizadas en anteriores equipos, en cuanto a selectores de cuadro y panel táctil:

- Temporizado: Se realizará a una hora determinada y durante un tiempo determinado configurable mediante el terminal táctil.
- Nivel de Gases: si se detecta un nivel alto de gases se activará la ventilación automáticamente hasta que desaparezca esta situación.

### **3.1.9.- Estaciones de control de calidad de las aguas en EBAR y Tanques de tormenta**

Se instalará un sistema de control de calidad de las aguas ubicado en arqueta de vertido que permitirá realizar el control de eventos de lluvias y calidad del vertido. Dicho sistema propuesto permitirá el control de PH y conductividad, sin disponer de tomamuestras al considerarse dichos vertidos como eventuales.

El sensor dispondrá de las siguientes características:

Data logger SEBA integrado Qualilog con modem GSM/GPRS para uso estacionario

#### **➤ Conductividad en (μ/cm), (mS/cm), parámetros derivados: TDS (g/l), salinidad, densidad (g/l)**

- Sensor: célula de conductividad de 4 electrodos
- Rango de medicación: 0-200 mS/cm (total)
- Autorango de medición: 0-200 μS/cm ; 0,2 mS/cm; 2-20mS/cm; 20-200mS/cm
- Precisión de medición: ±1μS/cm para el alcance medición de 0-200 μS/cm ± 0,5 %

- Resolución: 0,0001 mS/cm
- Temperatura: de -5 °C a 50 °C
- Rango de presión 0-50 bares

➤ **Valor de pH en unidades de pH**

- Sensor: electrodo de vidrio
- rango de medicación: 0-14 pH
- Precisión de medición: ±0,1 pH
- Resolución: 0,01 pH
- Temperatura: de -5 °C a 50 °C
- Rango de presión 0-20 bares

➤ **Carcasa**

- Material: Acero inoxidable 1.4404 (estándar)
- Dimensiones Ø48 mm, longitud: 493 mm
- Protección Sonda: IP68
- Protección interfaz RS485: IP67 (profundidad de inmersión con el cartucho seco de hasta 3m, dependiendo de la longitud del cable).

➤ **Salidas:** RS485 (SHWP) estándar, MODBUS, SDI12, 4-20 mA

➤ **Interfaces de RS485**

➤ **Suministro eléctrico:** 4-15 VDC o 8-15 VDC con sensores ópticos.

➤ **Profundidad del termostato:** hasta 1.000 m.

➤ **Cable:** cable de edición especial blindado con línea de compensación e presión: membrana de Goretex, cartucho de secado con gel de sílice para proteger la línea de compensación de presión.

Dicho sensor podrá conectarse al PLC y equipo de comunicaciones instalado en la EBAR. Permitirá de la funcionalidad de transmisión autónoma de datos al servidor y alarmas mediante SMS o correo electrónico, y estrá equipada con un modem interno con estándar GPRS y tarjeta de comunicación móvil. El equipo se ha previsto la instalación de

una antena del tipo V-Torch, adecuada para comunicaciones 2G y 3G. La antena no requiere condiciones de instalación específica, más allá de la existencia de cobertura GSM.

Los equipos incluyen el cableado, fijaciones, anclajes y soportes necesarios para su instalación. La obra civil necesaria, no sólo se limita a los taladros y anclajes necesarios de los equipos, sino que se deben realizar el cajeo para alojar la sonda multiparamétrica, puesto que su funcionamiento requiere que esté en contacto con el agua residual y que la fuerza del agua no incida directamente sobre la sonda.

### 3.2.- INSTRUMENTACIÓN EDAR

#### 3.2.1.- Medidor de nivel ultrasónico

Equipo de medida de nivel ultrasónico de las siguientes características:

- Marca: KROHNE o similar
- Modelo: OPTISOUND 3030 C
- Servicio: Medida de nivel.
- Principio de medida: Ultrasónico

- Características:	
. Compact sensor	ultrasonico medida de nivel
. Aplicación	Concebido por la medida de líquidos y sólidos
. Intervalo de medida	5 m en sólidos, 10 m en líquidos
. Aprobación	Sin
. Versión	Seal EPDM
. rango de temperatura	-40°...+80°C
. Conex.a proceso	DN100/PN16 PPH
. Salida	Dos-hilos, 4-20mA/HART
. Alojamiento	Plástico
. Protección	IP 66/67
. Entrada de cable	M20x1.5
. Prensaestopas	Senza, HMI, con montaje superior
. Placa de Tag	Sin

Características portaelectrodos:

Modelo	: Flexdip CYA112
Referencia	: CYA112-10T5/0; CYA112-AA11D1AA
Tipo	: Portaelectrodos de inmersión
Diámetro tubo inmersión	: Ø40 mm
Longitud tubo inmersión	: 2.400 mm
Conexión sensor	: G1", recta
Material	: PVC, tubo y adaptador sensor

Características transmisor:

Modelo	: Liquiline CM442
Referencia	: CM442-AAM2B6F010A+ADZ1
Entrada	: 2 x sensor digital Turbimax CUS71D
Salida	: PROFIBUS DP
Relés	: 2, máx. 2A
Tensión alimentación	: 100 to 230 V AC ± 15%, 50/60 Hz
Consumo	: máx. 55 VA
Indicador	: LCD gráfico retroiluminado, 95x76 mm
Grado protección	: IP 66
Dimensiones	: 237x194x162 mm
Peso	: máx. 2,1 kg
Material carcasa	: PC-FR
Material membrana frontal	: PE

### **3.2.2.- Transmisor de nivel por ultrasonidos**

Marca: Endress+Hauser o similar

Modelo: PROSONIC FMU 860-R1B1S1

Transmisor ultrasónico de un canal para medición de nivel o caudal en canal abierto con totalización

Montaje en campo

Material: PC/ABS

Señal salida: 4-20 mA

Según EI 122

### **3.2.3.- Medidor de nivel radar**

MARCA: ENDRESS+HAUSER, SIEMENS, VEGA

Características:

Modelo : Micropilot FMR50

Referencia : FMR50 G

Principio de medida : Radar sin contacto con proceso

Aplicación : Medición nivel líquidos

Antena : Ø80 mm; recubierta PP

Frecuencia de operación : 26 GHz

Rango de medida : 20 m

Distancia de bloqueo : 40 cm

Ángulo de emisión : 10°

Temperatura proceso : -40 - +80 °C

Grado protección : IP 65

Conexión a proceso : Brida Loca Slip-On UNI DN-80 PP

Salida : PROFIBUS PA

Entrada cable : M20

Display : No, configuración vía comunicación

Máximo error medido : ±2 mm

Material carcasa/envolvente : Plásticos PBT

Dimensiones : aprox. 296,9x175x160 mm

Peso : aprox. 2,5 kg

### **3.2.4.- Medidor nivel radar para sólidos**

MARCA : ENDRESS+HAUSER, SIEMENS, VEGA

Características:

Modelo : Micropilot FMR56

Referencia : FMR56 G

Principio de medida	: Radar sin contacto con proceso
Aplicación	: Medición nivel sólidos
Antena	: Ø80 mm; recubierta PP
Opción adicional	: Dinámica Avanzada
Frecuencia de operación	: 26 GHz
Rango de medida	: 15 m
Distancia de bloqueo	: 40 cm
Ángulo de emisión	: 10°
Temperatura proceso	: -40 - +80 °C
Grado protección	: IP 65
Conexión a proceso	: Brida Loca Slip-On UNI DN-80 PP
Salida	: PROFIBUS PA
Entrada cable	: M20
Display	: No, configuración vía comunicación
Máximo error medido	: ±3 mm
Dimensiones	: aprox. 356x200x150 mm
Peso	: aprox. 2,5 kg

### **3.2.5.- Sensor inductivo de conductividad**

- Marca: HACH LANGE o equivalente
- Conjunto formado por:
- LXV428.99.00001 Cond. 3798-S sc sensor inductivo digital de Conductividad, rango 0,2 - 2000 mS/cm. Material PEEK, cable 10 m. Montaje en inmersión.
- Con sensor de temperatura.
- Alimentación 100-240 Vca. Comunicación Profibus DPV1.
- Según EI 133

### **3.2.6.- Indicador visual con interruptores magneto-inductivos**

MARCA	: PLAVISA, ECOTEC, BUPOLSA, TECNIUM
Características:	
Tubo	: PVC GLASS
Diámetro tubo	: 32 mm
Longitud tubo	: (*)
Cabezales	: PVC
Montaje	: Externo en by-pass
Conexión a depósito	: Bridas PN-10 DIN-2501 DN-25
Material bridas	: PVC
Material juntas	: EPDM o VITON
Válvula aislamiento y purga	: 3 vías, PVC
Número interruptores nivel	: 3

Tipo interruptor	: Magneto-Inductivo
Tipo salida interruptor	: PNP
Tensión alimentación	: 10 ... 30 V DC, conexión a tres hilos
Grado protección interruptor	: IP 67
Dimensiones interruptor	: (M18x1)x53 mm
Longitud cable integrado	: 1,5 m

### 3.2.7.- Interruptor de nivel

MESURA, modelo T-15 (versión ecológica sin Plomo ni Mercurio).

T15E-15 Boya de ABS ecológica con 10 m de cable

- Housing en poliestireno.32
- Con interruptor electro mecánico 10A, 250 Vac.
- Con 10 metros de cable.
- Precisión  $\pm 3$  mm
- Diferencial ajustable mediante contrapeso.
- Diámetro de boya 65 mm

### 3.2.8.- Transmisor de presión

- Marca: KROHNE o similar
- Modelo: OPTIBAR P 1010C
- Rango de medida: 2.0 bar/200kPa/30psi
- Precisión de la medida:  $\pm 0.25\%$  del F.E
- Conexión a proceso de rosca: ANSI 1/2 NPT-M
- Juntas: FKM
- Diafragma/relleno: 1.4435 ( AISI 316L). Aceite Silicona
- Conexión Eléctrica: Conex. Valv. ISO 4400, M16, IP65
- Protección mecánica: IP65

### 3.2.9.- Interruptor de presión

- Marca: ENDRESS HAUSER o similar
- Modelo: Cerabar T PMP131
- Rango de medida: 0-4 bar relativos
- Precisión:  $\pm 0,5\%$
- Conexión a proceso: Rosca ISO228 G 1/2"
- Conexión eléctrica: Conector ISO4400 M16
- Protección: IP65
- Material: Acero Inox. 304
- Señal de salida: 4-20 mA

### 3.2.10.- Manómetro

MARCA : CELLA, WIKA, IBERFLUID

Modelo	: BNI00V o MBPL 100 (*)
Ejecución	: BNI00V con glicerina : MBPL 100 estándar
Diámetro nominal	: DN 100
Material caja	: AISI 304
Material juntas	: Neopreno
Grado protección	: IP 65
Tipo	: BNI00V Tubo bourdon : MBPL 100 Cápsula
Partes mojadas	: BNI00V Tubo bourdon AISI 316L : MBPL 100 Cápsula AISI 316
Montaje	: directo, conexión inferior
Rango de medida	: R (*)
Límite de sobrepresión	: BNI00V +30% fondo escala : MBPL 100 +25% fondo escala
Precisión	: BNI00V Clase I : MBPL 100 Clase I.6
Temperatura ambiente	: -15 - +65°C
Ejecución ATEX	: (*)
Conexión a proceso	: G ½", AISI 316L con separador de membrana S96 (*)
Material visor	: Vidrio estratificado de seguridad
Material dial	: Aluminio, fondo blanco y escala en negro
Material aguja	: Duraluminio anodizado, con ajuste micrométrico
Dimensiones	: BNI00V Ø110x143x48 mm : MBPL 100 Ø101x137x48 mm
Peso	: BNI00V 0,9 kg : MBPL 100 0,7 kg

### **3.2.11.- Manómetro con contacto eléctrico**

MARCA	: WIKA, CELLA, IBERFLUID
Modelo	: 212.20.100 con contacto de alarma tipo 821
Ejecución	: estándar
Diámetro nominal	: DN 100
Material caja	: AISI 304
Material juntas	: Neopreno
Grado protección	: IP 54
Tipo	: Muelle tubular



Partes mojadas	: AISI 316L
Montaje	: directo, conexión inferior
Rango de medida	: R (*)
Límite de sobrepresión	: +30% fondo escala
Precisión	: Clase I
Temperatura ambiente	: -40 - +60°C
Material visor	: Vidrio estratificado de seguridad
Material dial	: Aluminio, fondo blanco y escala en negro
Material aguja	: Aluminio negro
Dimensiones manómetro	: Ø101x137,5x49,5 mm
Peso manómetro	: 0,6 kg
Conexión a proceso	: G ½", AISI 316L, mediante separador de membrana
Tipo separador	: 990.12 conexión manómetro G ½" : conexión proceso brida DN 15 4xM12
Material brida separador	: AISI 316L
Material membrana separador	: AISI 316L
Dimensiones separador	: Ø95x56 mm
Peso separador	: 1,6 kg
Tipo contacto eléctrico	: 821, acción magnética
Valores nominales máx. servicio	: 250 V; 1,0 A; 30W 50 VA

### **3.2.12.- Presostato**

MARCA	: CELLA, WIKA, IBERFLUID
Modelo	: PCS2MA
Ejecución	: Estanca
Grado de protección	: IP 65
Material caja de color gris	: Aleación de aluminio libre de cobre pintada con epoxi
Material membrana	: INCONEL
Material junta	: FPM (Viton®)
Rango de tarado	: RT (*)
Repetibilidad	: mejor del 1% del campo de tarado
Conexión a proceso	: G ½", AISI 316 con separador de membrana S96 (*)
Entrada cable	: 1/2-14 NPT-F
Terminales conexión eléctrica	: para cables desde 0,5 mm <sup>2</sup> hasta 1,5 mm <sup>2</sup>
Terminal conexión tierra	: para cable hasta 4 mm <sup>2</sup>
Contacto eléctrico VDC	: 1 x microinterruptor SPDT; 15 A 220 VAC; 2 A 24

Temperatura ambiente	: -40...+85°C
Temperatura proceso	: -30...+200°C
Dimensiones	: 144x68x61 mm
Peso	: aprox. 1 kg

### **3.2.13.- Presostato antideflagrante**

MARCA	: CELLA, WIKA, IBERFLUID
Modelo	: MABXXUN ó MAXXUN (*)
Ejecución	: Antideflagrante, Ex-d IIC T6 e T4
Grado de protección	: IP 65
Material caja de color amarillo	: Aleación de aluminio libre de cobre pintada con epoxi
Material membrana	: AISI 316
Material junta	: PTFE
Rango de tarado	: RT (*)
Repetibilidad	: mejor del 1% del campo de tarado
Conexión a proceso	: G ½", AISI 316
Entrada cable	: 1/2-14 NPT-F
Terminales conexión eléctrica	: para cables desde 0,5 mm <sup>2</sup> hasta 1,5 mm <sup>2</sup>
Terminal conexión tierra	: para cable hasta 4 mm <sup>2</sup>
Contacto eléctrico VDC	: 1 x microinterruptor SPDT; 15 A 220 VAC; 2 A 24
Temperatura ambiente	: -40...+85°C
Temperatura proceso	: -30...+85°C
Dimensiones	: 161x162x141 mm
Peso	: aprox. 3,5 kg

### **3.2.14.- Medidor de caudal de aire másico**

- Principio de medida:	efecto térmico
- Servicio:	Medida de caudal de aire
- Marca:	KROHNE o similar
- Modelo	SS 20.500
- Características técnicas:	
. Materiales	Acero inox 304
. Longitud de inserción	600 mm
. Montaje	Compacto
. Protección	IP 65
. Temp máxima	80 ° C
. Alimentación	18-30 Vdc
. Señal de salida	4 ... 20 mA/Profibus DP

. Indicación	Display digital Caudal instantáneo Totalizador (8 dígitos)
. Precisión	1 % de la escala completa
. Calibrado	Para aire
. Sujeción anillo de compresión	½ "NPTM

### **3.2.15.- Conjunto equipamiento para control del proceso de reactores biológicos**

Marca: HACH o similar

El conjunto lo compone:

- 4 x Sensor de oxígeno disuelto, con set de montaje en inmersión.
- 4 x Sensor de REDOX diferencial, con set de montaje en inmersión.
- 3 x Sensor de sólidos en suspensión, con set de montaje en inmersión.
- Red de control multiparamétrico sc1000, formado por:
  - 2 x base de 6 sensores digitales, una de las bases con comunicación Profibus DP para la comunicación desde un punto.
  - 1 x display táctil.
  - 2 x conector de bus sc1000.
  - 1 x cable de conexión de red sc1000 (precio por metro).
- Pértigas de inmersión para sensores de oxígeno disuelto y REDOX
- 3 x base sc1000 de 4 sensors digitales, una de ellas con Profibus DP.
- 1 x Conector adicional sc1000.

### **3.2.16.- Medidor multicanal/multiparamétrico DE pH/T, C Y SS**

MARCA : ENDRESS+HAUSER, HACH LANGE, WTW

#### **Características sensor pH/temperatura:**

Modelo	: Orbipac CPF81D Memosens
Referencia	: CPF81D-7LH11
Principio de medida	: Potenciométrico
Tecnología	: Memosens
Diafragma	: PTFE
Señal	: Digital
Conductividad mínima	: 50 µS/cm
Sensor temperatura	: PT-100
Rango de medida	: 0 - 14 pH; 0 - 110°C
Presión máxima	: 10 bar
Grado protección	: IP 68
Conexión	: NPT ¾"
Longitud	: 150 mm
Peso	: aprox. 0,1 kg

#### **Características cable pH/temperatura:**

Modelo : Cable de Medida CYK10 Memosens  
Referencia : CYK10-A101  
Longitud : 10 m

**Características portaelectrodos sensor pH/temperatura:**

Modelo : Flexdip CYA112  
Referencia : CYA112-10L5/0; CYA112-AA11D1AE  
Tipo : Portaelectrodos de inmersión  
Diámetro tubo inmersión : Ø40 mm  
Longitud tubo inmersión : 2.400 mm  
Conexión sensor : Pg 13,5; recta  
Material : PVC, tubo y adaptador sensor

**Características accesorio limpieza sensor pH/temperatura:**

Modelo : CYA 611  
Referencia : 50086336  
Limpieza : Agua a presión

**Características sensor conductividad:**

Modelo : Indumax CLS50D  
Referencia : CLS50D-1420/0; CLS50D-AA1B31+Z1  
Tecnología : Inductivo digital  
Constante de célula :  $k = 1,98 \text{ cm}^{-1}$   
Sensor temperatura : Pt 1000  
Rango de medida :  $2 \mu\text{S/cm} - 2.000 \text{ mS/cm}$ ;  $-20 - +180^\circ\text{C}$   
Máximo error medido :  $\pm(5 \mu\text{S/cm} + 0.5 \% \text{ del valor medido})$   
Presión máxima : 20 bar  
Grado protección : IP 68  
Cable : 15 m  
Conexión : G ¾"  
Dimensiones : Ø40 x 246 mm  
Peso : aprox. 0,65 kg  
Material : PEEK

**Características portaelectrodos conductividad:**

Modelo : Flexdip CYA112  
Referencia : CYA112-12K0/0; CYA112-AA11D1AC  
Tipo : Portaelectrodos de inmersión  
Diámetro tubo inmersión : Ø40 mm  
Longitud tubo inmersión : 2.400 mm  
Conexión sensor : G ¾", recta  
Material : PVC, tubo y adaptador sensor

**Características sensor sólidos en suspensión:**

Modelo : Turbimax CUS51D

Referencia	: CUS51D-11M0/0; CUS51D-AAD1A4+IAZ1
Principio de medida	: Luz dispersa 90° y 135°
Longitud de onda	: 860 nm
Rango de medida	: 0,0 - 300 g/l
Máximo error medido	: < 5%
Repetibilidad	: < 1%
Grado protección	: IP 68
Rango temperatura proceso	: -5 - +50°C
Presión proceso	: 0,5 - 10 bar
Conexión	: ¾" NPT y G1"
Longitud cable integrado	: 15 m
Sistema limpieza automático	: Sí, mediante aire a presión
Material cuerpo	: AISI 316 L
Material ventana óptica	: Sapphire

**Características portaelectrodos sólidos en suspensión:**

Modelo	: Flexdip CYA112
Referencia	: CYA112-1306/0; CYA112-AA11D1BA
Tipo	: Portaelectrodos de inmersión
Diámetro tubo inmersión	: Ø40 mm
Longitud tubo inmersión	: 2.400 mm
Conexión sensor	: G1", ángulo 45°
Material	: PVC, tubo y adaptador sensor

**Características transmisor:**

Modelo	: Liquiline CM444
Referencia	: CM444-AAM42A0F410BAA+ADZ1
Entrada	: 4 sensores digitales
Salida	: PROFIBUS DP
Relés	: 4, máx. 2A
Tensión alimentación	: 100 to 230 V AC ± 15%, 50/60 Hz
Consumo	: máx. 55 VA
Indicador	: LCD gráfico retroiluminado, 95x76 mm
Grado protección	: IP 66
Dimensiones	: 237x194x162 mm
Peso	: máx. 2,1 kg
Material carcasa	: PC-FR
Material membrana frontal	: PE

**3.2.17.- Analizador de proceso para la medida de amonio:**

- Marca: HACH LANGE o similar.
- Modelo: A-ISE sc
- Método de medida: Electrodo selectivo de amonio y potasio,

	electrodo de referencia pH
- Rangos de medida:	0,5 ... 1000 mg/l NH <sub>4</sub> -N.
- Tiempo de respuesta:	< 3 min.
- pH de muestra:	5..9
- Instalación:	Sumergido en el medio, conexión 1"
- Profundidad:	0,3 .. 3 m
- Velocidad de muestra:	< 4 m/s
- Temperatura de muestra:	+2 ... 40°C
- Dimensiones:	320 x 84,5 mm (L x D)
- Peso:	2,4 kg.
- Cable:	Cable 10 m. a controlador SC
- Controlador:	
. Modelo:	SC1000
. Salidas analógicas:	0/4-20 mA con aislamiento galvánico
. Comunicaciones:	Opcional MODBUS, Profibus DPV1
. Protección:	IP-65
. Material:	Carcasa ABS y metálica con acabado resistente a corrosión
. Dimensiones:	150x315x250 mm
. Montaje:	Mural, panel o tubo
. Alimentación:	100-240 VAC 50/60 Hz (opción 24Vdc)
. Display:	Matriz gráfica TFT VGA 320x240 pixels retroiluminado
. Peso:	6,5 kg
- Cabezal de limpieza de aire para sondas de amonio	
- Set de montaje:	
. Material:	Pértiga PVC, anclajes en acero inoxidable
. Temperatura:	Máx. 60°C
. Diámetro:	1½" con rosca 1"
. Longitud:	2,3 m
. Montaje:	Tubo, pared o suelo

### **3.2.18.- Analizador nitrato por inmersión**

- Marca:	HACH o similar.
- Modelo:	Nitratax plus sc
- Método de medida:	Método patentado doble haz
- Rangos de medida:	0,1 ... 25,0 mg/l NO <sub>2</sub> +3-N (5 mm)
- Camino óptico:	5 mm
- Tiempo de respuesta:	> 1min (ajustable)

- Tolerancia de medida: +/- 3% del valor medido +/- 0.5 mg/l
- Instalación: Sumergido en el medio, conexión 1"
- Temperatura de muestra: +2 ... 40°C
- Dimensiones: 329-333 x 70 mm (L x D)
- Peso: 3,6 kg.Aprox
- Cable: Cable 10 m. a controlador SC
- Controlador:
  - . Modelo: SC1000
  - . Salidas analógicas: 0/4-20 mA con aislamiento galvánico
  - . Comunicaciones: Opcional MODBUS, Profibus DPV1
  - . Protección: IP-65
  - . Material: Carcasa ABS y metálica con acabado resistente a corrosión
  - . Dimensiones: 150x315x250 mm
  - . Montaje: Mural, panel o tubo
  - . Alimentación: 100-240 VAC 50/60 Hz (opción 24Vdc)
  - . Display: Matriz gráficaTFT VGA 320x240 pixels retroiluminado
  - . Peso: 6,5 kg
- Set de montaje:
  - . Celda de flujo para sonda Nitratax, 5 mm
- Incluidos:
  - . Set de escobillas de limpieza
  - . Solución estándar
  - . Manual de funcionamiento
  - . Certificado verificación en fábrica

### 3.2.19.- Analizador de fosfatos

- Marca: HACH o similar.
- Modelo: Phosphax sc
- Método de medida: Fotómetro de doble haz con diodo LED
- Rangos de medida: 0,05 ... 15 mg/l PO4-P ( 2 canales)
- Tiempo de respuesta: < 5 min.
- Calibración: Limpieza y cero automático a intervalos programables
- Instalación: Montaje en barandilla para analizador PHOSPHAX
- Protección: IP65
- Temperatura de muestra: +4 ... 40°C
- Dimensiones: 320 x 84,5 mm (L x D)
- Peso: 31 kg.

- Controlador:
  - . Modelo: SC1000
  - . Salidas analógicas: 0/4-20 mA con aislamiento galvánico
  - . Comunicaciones: Opcional MODBUS, Profibus DPV1
  - . Protección: IP-65
  - . Material: Carcasa ABS y metálica con acabado resistente a corrosión
  - . Dimensiones: 150x315x250 mm
  - . Montaje: Mural, panel o tubo
  - . Alimentación: 100-240 VAC 50/60 Hz (opción 24Vdc)
  - . Display: Matriz gráficaTFT VGA 320x240 pixels retroiluminado
  - . Peso: 6,5 kg
- Incluye:
  - . Unidad de filtración y transporte de muestra FILTRAX
  - . Longitud del tubo: 2 m
  - . Sistema de filtración por membranas sumergidas en la muestra.
  - . Transporte de 1l/h de permeado mediante peristáltica.
  - . Set de montaje en inmersión para sonda de FILTRAx en ac.inoxidable con soporte mural 10 cm, pértiga 2 m con abertura lateral para salida de toma de muestra
  - . Abrazadera para montaje de controlador
- Incluido:
  - . 1 reactivo
  - . 1 solución de limpieza
  - . Set de fungibles
  - . Manual y programa de mantenimiento

### **3.2.20.- Detector de H2S:**

- Marca: IBERFLUID HONEYWELL
- 2 Sensores H2S:
  - . Modelo: Sensepoint XCD
  - . Referencia: SPXCDALMHX
  - . Rango de medida: 0-50 ppm
  - . Precisión: 1 ppm
  - . Material cabezal: en aluminio pintado LM25
  - . Display LCD: incluido
  - . Salida: 4-20 mA a 3 hilos
  - . Relés: 2 alarma + fallo
  - . Alimentación: 24 VDC
  - . Conexión eléctrica: M20



. Certificado ATEX: Ex II GD Ex d IIC Gb T6 (Ta de -40 a 65°C) Ex tb IIIC T85°C

### **3.2.21.- Analizador de riqueza de metano en biogas.**

Marca: MATELCO o similar.

- Características generales:

. Construcción modular, con capacidad de incorporar hasta 4 sensores y diferentes configuraciones posibles (compacta o separada con 1 o 2 entradas de muestra)

. Sistema compacto en panel de montaje 596 x 450 mm

. Transmisor con display 4 líneas y 20 caracteres

. Módulo de alimentación 220-115 Vac, con fusible de protección

. Sistema de deshumidificación de muestra, con filtro de partículas integrado (2 micras) y bomba peristáltica para drenaje de condensados

. Bomba de muestra tipo diafragma 90 l/h con control automático de caudal (adecuada para P gas de -50 mbar a + 20 mbar)

. Sensor de caudal integrado, con indicación sobre display

. Interface de comunicación RS485 Modbus y USB tipo B (otras disponibles)

. Señales de salida: 4 salidas 0/4-20 mA y 4 salidas 0-5/10 V

. Con 2 entradas para control remoto del equipo

- Condiciones de uso:

. Condiciones ambientales: 10 a 50 °C y 5 a 90 % H.R.

. Condiciones de la muestra:

. presión atmosférica (mayores opcionales)

. temperatura máx 100°C

. partículas, máximo 10 mg/Nm<sup>3</sup> y granulometría > 2 micras

. sin sustancias adherentes o polimerizables

- Características particulares:

. Módulo base compacto con transmisor y módulo alimentación

. Deshumidificador MD3, con enfriamiento a +1°C, y pto de rocío en salida + 4°C (para 100 l/h caudal de gas a 100C saturado en humedad)

. Sensor NDIR para medida CH<sub>4</sub> rango 0-100% vol en Biogás

. Señales de salidas extra: 2 relés SPDT

. Versión especial para trabajar en sobrepresión (si P muestra > 20 mbar g) hasta P max = 0,8 bar g para sensor NDIR / 250 mbar g para sensor EQ

### **3.2.22.- Medidor de caudal de aire másico:**

- Principio de medida: efecto térmico

- Servicio: Medida de caudal de biogás en tubería

- Marca: KROHNE o similar

- Modelo SS 20.600

- Características técnicas:

. Materiales Acero inox 316 L

. Montaje	Compacto
. Protección	IP 65
. Temp máxima	120 ° C
. Alimentación	18-30 Vdc
. Señal de salida	4 ... 20 mA/Profibus DP
. Indicación	Display digital
. Caudal instantáneo	
. Totalizador	(8 dígitos)
. Precisión	2 % de la lectura
. Sistema de montaje	620-M1

### **3.2.23.- Equipo de medida de temperatura**

- Marca: KROHNE o similar
- Modelo: OPTITEMP TRA-S 12
- Cabezal: BA
  - . Material: Aluminio
  - . Rosca prensaestopas: M20 x1.5
  - . Protección: IP65
  - . Conexión: M24 x 1.5
- Sensor:
  - . Tipo: 1xPt100-A-3-WW-6
  - . Material: acero inox.
  - . Rango de Tª: -200...+600°C
  - . Conexión: Transmisor montado en sobre inserción
- Montaje del transmisor en cabezal analógica ajustable transmisor 2 hilos
  - . Modelo: TT10C
  - . Entrada: RTD
  - . precisión: +/- 0,15% del span de temperatura
  - . Alimentación: 6.5...32 VDC
  - . Salida: 4-20 mA
- Diametro vaina: 12 mm
- Longitud inmersión: 160 mm
- Material vaina: AISI 316

### **3.2.24.- Medidor de pH**

- Marca: HACH o similar.
- Modelo: Sensor combinado de pH PC1R1A-33T
- Rango de medida: 0-14 pH
- Rango de temperatura: 0 a 105°

- Presión máxima:	6,9 bar a 100°
- Electrodo:	Vidrio, protegido
- Cuerpo sensor:	Ryton
- Diafragma:	Teflon
- Electrolito:	KNO3 y KCl
- Sensor de T <sup>a</sup> :	Sí, Pt 1000
- Longitud:	4,5 m ( hasta controlador o Gateway)
- Conexión a proceso:	3/4" NPT conexión roscada en ambos extremos
- Instalación:	Inmersión, tubería o celda de flujo
- Dimensiones:	150 mm x 33 mm
- Peso:	2,7 kg ( 5 kg con todos los accesorios)
- Set de montaje:	
. Material:	Pértiga PVC, anclajes en acero inoxidable
. Conexión:	1"
. Diámetro:	40 mm
. Longitud:	2 m
- Controlador:	
. Modelo:	SC200
. Salidas analógicas:	0/4-20 mA con aislamiento galvánico
. Comunicaciones:	Opcional MODBUS, Profibus DPV1
. Protección:	IP-65
. Material:	Carcasa ABS y metálica con acabado resistente a corrosión
. Dimensiones:	150x315x250 mm
. Montaje:	Mural, panel o tubo
. Alimentación:	100-240 VAC 50/60 Hz (opción 24Vdc)
. Display:	Matriz gráficaTFT VGA 320x240 pixels retroiluminado
. Peso:	6,5 kg

### 3.2.25.- Termómetro

MARCA	: CELLA, WIKA, IBERFLUID
Modelo	: TNBV
Elemento sensor	: espiral bimetálico
Diámetro nominal	: DN 100
Material caja	: AISI 304
Grado protección	: IP 65
Posición bulbo	: inferior, radialmente
Montaje	: directo, conexión inferior
Conexión a proceso	: G ½", AISI 316

Rango de medida	: R (*)
Precisión	: Clase I, $\pm 1^{\circ}\text{C}$
Temperatura ambiente	: $-20 - +60^{\circ}\text{C}$
Material visor	: Vidrio estratificado de seguridad
Material dial	: Aluminio, fondo blanco y escala en negro
Material aguja	: Duraluminio anodizado, con ajuste micrométrico
Material bulbo	: AISI 316
Dimensiones caja	: $\text{Ø}111 \times 48 \text{ mm}$
Diámetro bulbo	: 8 mm
Longitud bulbo	: L (*)
Peso	: 0,7 kg

### **3.2.26.- Termostato antideflagrante**

MARCA	: CELLA, WIKA, IBERFLUID
Modelo	: TCA2BA
Elemento sensor	: sistema tensión de vapor SAMA II C
Ejecución	: Antideflagrante, EEx-d IIC T6 ATEX
Grado de protección	: IP 65
Material caja de color gris	: Aleación de aluminio libre de cobre pintada con epoxi
Material bulbo	: AISI 316
Rango de tarado	: RT (*)
Diferencial máx.	: $1,5^{\circ}\text{C}$
Conexión a proceso	: NPT $\frac{1}{2}$ ", AISI 304, mediante vaina GTI-110G
Conexión vaina GTI-110G	: G $\frac{1}{2}$ ", AISI 316
Entrada cable	: 1/2-14 NPT-F
Terminales conexión eléctrica	: para cables desde $0,5 \text{ mm}^2$ hasta $1,5 \text{ mm}^2$
Terminal conexión tierra	: para cable hasta $4 \text{ mm}^2$
Contacto eléctrico VDC	: 1 x microinterruptor SPDT; 15 A 220 VAC; 2 A 24 VDC
Temperatura ambiente	: $-30 \dots +70^{\circ}\text{C}$
Temperatura proceso	: $-40 \dots +120^{\circ}\text{C}$
Dimensiones caja	: $134 \times 68 \times 60 \text{ mm}$
Diámetro bulbo	: 9,5 mm
Longitud bulbo	: L (*)
Peso	: aprox. 1 kg

### **3.2.27.- Manómetro indicador de presión con membrana para líquidos cargados con brida desmontable para limpieza.**

Marca: BOURDON o equivalente.

- Diámetro esfera: 100 mm
- Materiales:
- Caja estanca: Estampada en acero inoxidable AISI 316.
- Conjunto racor - tubo: Acero inoxidable AISI 316.
- Incluso grifo de aislamiento.

### **3.2.28.- Estación automática de control de calidad**

#### **Estación de control de parametros de calidad de agua tratada**

Los elementos incluidos en el suministro de la estación de medida son:

- Cabina de paneles sandwich.
- Instalación de Aire Acondicionado
- Instalación eléctrica.
- Sistema de alimentación ininterrumpida, UPS.
- Central de alarmas y sistemas de seguridad (videovigilancia).
- 1 Analizador multiparámetro.
- Central de adquisición y transmisión de datos.

Características físicas de la estación:

- Dimensiones aproximadas de 4 x 2 x 2,50 metros (largo x ancho x alto).
- Cerramiento de paneles sandwich de chapa prelacada y aislante de espuma de poliuretano de 40 mm.
- Puerta de entrada de 80 cm de ancho con cerradura de seguridad.
- El techo de la cabina presenta resistencia suficiente para permitir la instalación de posibles equipos auxiliares y aguantar el peso de las personas necesarias para su manipulación.

La cabina dispone de un sistema de control, adquisición y transmisión de datos que se encarga de las funciones siguientes:

- Control y supervisión del funcionamiento de la estación, incluyendo secuencias de limpieza de equipos, control a alarmas y control de funcionamiento
- Adquisición centralizada de los datos de calidad de las aguas proporcionada por los equipos automáticos instalados y de todas las señales auxiliares de la cabina.
- Transmisión remota de datos.
- Cámara IP, que permitirá la toma de fotografías y su envío al centro de control mediante la comunicación GSM/GPRS ofertada. Dicha cámara se puede proponer para la vigilancia perimetral de la propia estación (seguridad) o para controlar visualmente el aspecto del vertido en cada momento.

Sonda multiparamétrica:

- o Temperatura 0 a 50°C
- o pH 0 a 14 uds pH
- o Redox -1000 a +1000 mV 2500 a +2500 mV
- o Conductividad 0 a 20 mS/cm - 0 a 100 mS/cm
- o Oxígeno disuelto 0 a 25 ppm O2

- o Turbidez 0 a 300 FAU - 0 a 1000 FAU
- o SAC (Materia orgánica): 0 a 400 Abs/m - 0 a 1300 Abs/m

### 3.3.- CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

#### 3.3.1.- Armario PLC

##### CARACTERÍSTICAS

Armario para alojamiento de PLC formado por al menos 2 módulos de 800 mm. de ancho, 2.000 m. de alto y 500 mm. de fondo, incluidos todos los elementos especificados en esta ficha técnica.

##### EQUIPOS Y ELEMENTOS

A continuación, se relacionan las partes que constituirán el armario PLC y que serán desarrolladas posteriormente:

- Armario de PLC.
- Autómata programable y módulos auxiliares.
- Sistema precableado y/o separadores entradas/salidas.
- Panel de operador en puerta de armario.
- Otros elementos.

##### ARMARIO DE PLC

- Marca:
- Modelo:
- Ejecución: Fija
- Instalación: Interior
- Grado de protección exterior del armario: IP – 54
- Color RAL 1028

##### Normas de aplicación

- Conforme a la Norma IEC 439-1EN 60439-1
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Marcado “CE”.

##### Condiciones normales de servicio

- Instalación: Interior
- Temperatura ambiente: -5 °C; +40 °C
- Humedad relativa: Max. 50% a 40 °C
- Altura máxima : 2000 m
- Grado de polución

##### Tensión normal de aislamiento

- Circuito principal: 1000 Vca.
- Circuito auxiliar: 750 Vca.
- Régimen de neutro: TT

#### Cableado

- Características del cable Mando: Cable Libre de Halógenos 750V H07Z-K
- Características cable Potencia: RV-KV 0.6/1kV

#### COLORES DE CABLES

Potencia (Fases): Negro

Circuitos de c.c., potencia (Neutro): Azul

Tierra: Amarillo verde

Maniobra corriente alterna 230 Vac: Rojo

Mando corriente alterna 24 Vac: Marrón

Circuitos enclavamiento alimentados desde una fuente externa: Naranja

#### Características generales

Armario metálico combinable, 1 puertas plena, resto acristaladas y placas de montaje.

Grado de protección exterior del armario: IP – 54

Cada módulo corresponde a las siguientes dimensiones:

- Altura: 2200 mm.
- Profundidad: 500 mm.
- Anchura min 800 + 800 mm.

Éstos cuadros estarán dotados de ventilación forzada, regulada mediante termostatos, extractores en techo y rejillas situadas en la puerta frontal o en los paneles laterales del mismo

Dispondrá de iluminación interior accionada al abrir cualquier puerta.

Panel de Operador, se dispondrán sobre la puerta plena.

#### Chapa

- Estructura fija y puerta de chapa de acero de 2 mm de espesor.
- Placa de chapa galvanizada.
- Puerta plena

#### Revestimiento

Pintura termo endurecida a base de resina epoxy modificada con poliéster, que asegura una excelente estabilidad de color, buena resistencia a la temperatura y gran resistencia a los agentes atmosféricos. El espesor mínimo será de 70 micras. Color RAL 1028

#### AUTÓMATA PROGRAMABLE Y MÓDULOS AUXILIARES

El armario albergará un autómata de las siguientes características:

- Chasis:
- De 4, 7, 10, 13 ó 17 ranuras de módulo.

Procesador: - Referencia:

- Contará con un sistema operativo multitarea. Posibilidad de creación de hasta 32 tareas cuya ejecución será configurable por tiempo o por evento. La prioridad en la ejecución de las tareas podrá asignarse individualmente.

- Posibilidad de creación de hasta 100 programas por tarea, cada uno con sus propios datos locales que únicamente podrán ser empleados por las rutinas del programa que las contiene. Cada rutina

podrá ser desarrollada en lógica de escalera, bloques de función, texto estructurado o diagrama de secuencias. Todas las rutinas tendrán acceso a los datos globales del controlador.

Todos los datos del controlador, tanto los locales como los globales estarán basados en tags y por tanto serán auto documentados, pudiéndose conocer su nombre sin necesidad de contar con la copia de seguridad.

- Posibilidad de crear bibliotecas de rutinas estándar que se puedan usar en múltiples aplicaciones.

- Memoria de usuario RAM estática con pila de reserva de 2 Mbytes a 8Mbytes. Contará con una tarjeta Compact Flash de 64 Mb. extraíble para memoria no volátil, que permitirá el almacenamiento del programa, los datos de los tags y firmware, lo que permitirá la actualización del controlador y carga de programa sin la intervención de la herramienta de configuración

- Capacidad para direccionar hasta 128.000 E/S digitales, ó 4.000 E/S analógicas, en cualquier combinación.

- Puerto de serie RS-232 y/o USB

- Fuente de alimentación: - nº módulos:

- Referencia:

- Tensión de entrada nominal: 110 ó 230 Vca

- Potencia de entrada máxima real: 95 W.

- Corriente máxima de salida: la necesaria para alimentar todos los módulos del chasis

- Módulo comunicaciones: - nº módulos:

- Referencia:

Empleará el modelo estándar Ethernet TCP/IP, lo que supondrá la posibilidad de utilización de switches estándar, así como su coexistencia con infraestructuras Ethernet ya existentes. El protocolo empleado será igualmente estándar y permitirá su coexistencia con otros protocolos estándar (FTP, HTML, email, etc.)

- Módulos de E/S:

Todas las tarjetas permitirán su inserción y extracción en tensión. Los módulos de E/S que contarán con llave electrónica, serán inteligentes, permitiendo definir los tiempos de actualización de señales entre el módulo y procesador, definición de escalados a valores de ingeniería en módulos analógicos, etc. Los módulos de E/S conectarán a campo mediante cables y borneros prefabricados, para minimizar su instalación y facilitar el mantenimiento posterior.

- Módulos de 32 entradas digitales a 24 Vcc:

- nº módulos:

- Referencia:

- Porcentaje de reserva instalado (mínimo 20%):

Por configuración permitirán la definición de filtros digitales, así como la definición individual por punto del envío de información al controlador por cambio de estado de las señales (flanco de subida y/o bajada).

- Módulos de 32 salidas digitales a 24 Vcc: - nº módulos:

- Referencia:

- Porcentaje de reserva instalado (mínimo 20%):

Por configuración permitirán fijar su estado en caso de fallo de comunicaciones con el controlador, paso a programación o fallo del controlador.



- Módulos de 16 entradas analógicas (0 a 20 mA.): - nº módulos:

- Referencia:

- Porcentaje de reserva instalado (mínimo 20%):

Contarán con una resolución de 16 bits.

Permitirán su utilización en rangos de corriente o tensión.

Se podrán configurar filtros digitales por canal, así como la atenuación a nivel de módulo de una frecuencia y sus armónicos.

Su configuración permitirá el calibrado de los canales.

- Módulos de 8 salidas analógicas (0 a 20 mA.): - nº módulos:

- Referencia:

- Porcentaje de reserva instalado (mínimo 20%):

Contarán con una resolución de 15 bits. Permitirán su utilización en rangos de corriente o tensión.

Su configuración permitirá el calibrado de los canales. Por configuración permitirán fijar su estado por canal en caso de fallo de comunicaciones con el controlador, paso a programación o fallo del controlador.

#### SISTEMA PRECABLEADO Y/O SEPARADORES ENTRADAS/SALIDAS

- Marca: SIEMENS o equivalente

- Precableado señales digitales entrada/salida:

- Precableado/Separadores señales analógicas entrada/salida:

#### PANEL DE OPERADOR EN PUERTA DE ARMARIO

- Características mínimas:

o Pantalla de 12"

o Sistema operativo Microsoft Windows CE

o Almacenamiento interno 512 MB

o Interfaces: SD, USB

o Comunicaciones: Ethernet (RJ45 10/100), RS232 (DB9)

o Posibilidad de incorporación módulos de comunicaciones para buses de campo

o Software estándar: visor de pdf, controles Active X, control de terminal remoto.

Servidor FTP

o Alimentación: 18 – 30 VCC o 85 – 260 VCA

o Temperatura ambiente de funcionamiento: 0 – 55°C

#### OTROS ELEMENTOS

- Elementos de red, swiches, convertidores de FO/Cu, etc

- Relés para conexión de equipos por fallo de PLC (Sistema redundante)

- Relés para niveles y señales de campo

- Transformador 230/230 V

- Fuente de alimentación 230 Vac/ 24 Vdc xxxVA

- Sistema de alimentación ininterrumpida con potencia de 2250 W para armario de control e instrumentación, con una autonomía de 2 horas.
- Relé diferencial sensibilidad 30 mA
- protecciones magnetotermicas de 2 polos:
  - o Interruptor automático general
  - o Interruptor automático protección trafo primario y secundario.
  - o Interruptor automático protección fuente de alimentación entrada y salida.
  - o Interruptor automático protección circuitos de maniobra.
  - o Interruptor automático protección general instrumentación.
  - o Interruptor automático protección panel de operador
  - o Interruptor automático protección E/S PLC
  - o Interruptor automático protección módulo de conexión de F.O.
  - o Interruptor automático protección alimentación segura de entrada y salida.

#### DETALLE PROTECCIONES DE INSTRUMENTACION:

Unidades	int. Automatico	Descripción equipo
----------	-----------------	--------------------

(Incluir tabla con esta cabecera)

#### VISTA INTERIOR Y EXTERIOR DEL ARMARIO PLC

En este apartado se incluirán imágenes donde se pueda contrastar la distribución de los elementos descritos anteriormente, una para la vista interior y otra para la vista exterior.

La distribución de los elementos se debe hacer de forma que en la parte superior se sitúen los elementos que disipen mayor calor como Trafos, Fuentes de Alimentación, etc. En la segunda línea las protecciones y equipos de red. En la parte central se situarán los Chasis que compongan el PLC y por debajo los sistemas de Precableado, carriles y bornas (distribución horizontal) necesarias para las entradas/salidas, el sistema de redundancia eléctrico y todos los relés auxiliares necesarios.

Se debe contemplar el espacio necesario para la instalación de la UPS en el interior del armario.

#### ESQUEMA ELECTRICO ARMARIO PLC

Se tendrá que entregar junto con esta Especificación Técnica y su diseño se ajustara a los criterios establecidos por la Dirección de Obra

### 3.3.2.- Autómata programable PLC

#### CARACTERÍSTICAS

Autómata programable SIEMENS o equivalente

General El sistema de control de la instalación pertenecerá a la familia de los autómatas programables, y como tal estará compuesto por:  
Bastidor, unidad central, fuente de alimentación, módulo de comunicaciones y módulos de E/S.  
A continuación, se describen las características de cada una de distintas partes del sistema de control.

- Bastidor**
- Rack para montaje de la unidad central y los distintos módulos de E/S y comunicaciones.
  - Contará con al menos un bastidor central con (un máximo) de 11 posiciones de conexión de módulos, en función de la instalación y será ampliable en bastidores auxiliares en caso de necesidad.
- Unidad central**
- Permitirá la elaboración de programas de usuario en lenguajes de planos de contactos (LAD), bloques de funciones (FBD) y listas de instrucciones (STL), además de lenguajes de alto nivel como por ejemplo SCL, CFC, Graph y HiGraph. El programa podrá elaborarse combinando módulos desarrollados en distintos lenguajes.
  - La herramienta de desarrollo ha de permitir la elaboración de librerías de usuario y librerías de funcionalidad específica.
  - Características técnicas:
    - Memoria de usuario: desde 288 Kbytes .
    - Memoria de carga: ampliable hasta 8 MB (RAM/FERPOM)
    - Posibilidad de remanencia de memoria en caso de fallo de tensión de alimentación.
    - Capacidad de direccionamiento de E/S: desde 2kbytes. Canales digitales desde 16384, canales analógicos desde 1024 canales.
    - Puertos incluidos de comunicaciones incluidos en la CPU:
      - Puerto de programación RS-485, utilizable como interfaz con dispositivos HMI.
      - Puerto de comunicaciones PROFIBUS-DP, para comunicación con estaciones de periferia en caso de ser solicitada. Utilizable como interfaz con dispositivos HMI y puerto de programación.
      - Puerto de comunicaciones Ethernet /PROFINET-IO, para comunicación con estaciones de periferia en caso de ser solicitada. Utilizable como interfaz con dispositivos HMI y puerto de programación.
- Las CPUs con interfaz Ethernet/PROFINET-IO contarán con una interfaz Web para su diagnóstico sencillo.
- Fuente de alimentación**
- Tensión de entrada nominal: 120 V AC ó 230V AC ó 24 V DC.
  - Corriente de salida: desde 4A a 20A, en función de las necesidades del bastidor.
- Módulo de comunicaciones industrial Ethernet**
- Interfaz de conexión de tipo RJ45 según Industrial Ethernet.
  - Dispondrá al menos de dos puertos que realizaran la función de switch.
  - Soporte para protocolos: TCP/IP, UDP/IP, ISO-on-TCP (RFC1006), PROFINET-IO, PROFINET-CBA.
  - Incluirá una interfaz web para su diagnóstico y configuración.
  - Dispondrá de la capacidad de configuración y diagnóstico de los enlaces y equipos de la red.

Módulos digitales	de	E/S	<p>Los módulos de entradas digitales cumplirán al menos las propiedades siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 32 entradas, con separación galvánica en grupos de 16.</li><li>• Tensión nominal de entrada 24 V c.c.</li><li>• Adecuados para conmutadores y detectores de proximidad (BERO) a 2/3/4 hilos.</li><li>• Dispondrán de un bornero frontal para su sencillo cableado y reposición.</li></ul> <p>Los módulos de salidas digitales cumplirán al menos las propiedades siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• salidas, con separación galvánica en grupos de 8</li><li>• Intensidad de salida 0,5 A.</li><li>• Tensión nominal de carga 24 V c.c.</li><li>• Adecuado para electro válvulas, contactores de c.c. y lámparas de señalización.</li><li>• Dispondrán de un bornero frontal para su sencillo cableado y reposición.</li></ul>
Módulos analógicos	de	E/S	<ul style="list-style-type: none"><li>• El rango de módulos de E/S será amplio, en número señales por módulo y tipo.</li><li>• Los módulos dispondrán de un bornero frontal para su sencillo cableado y reposición.</li><li>• 8 entradas formando 4 grupos de canales</li><li>• Tipo de medición ajustable por grupo de canales:<ul style="list-style-type: none"><li>• Tensión</li><li>• Intensidad</li><li>• Resistencia</li><li>• Temperatura.</li></ul></li><li>• Resolución ajustable por grupo de canales (9/12/14 bits + signo).</li><li>• Selección del rango de medición discrecional por cada grupo de canales.</li><li>• Diagnóstico parametrizable y alarma de diagnóstico.</li><li>• Diagnóstico parametrizable y alarma de diagnóstico.</li><li>• Supervisión de valores límite ajustable para 2 canales.</li><li>• Alarma de proceso ajustable al rebasarse el valor límite.</li><li>• Con separación galvánica frente a la CPU y a la tensión de carga.</li></ul>

#### Interfaz HMI

- La herramienta de configuración, gestión y desarrollo de la interfaz de usuario HMI ha de estar integrada el sistema de desarrollo de las unidades de control.
- Capacidad de importación de las variables y simbólicos creados sobre las unidades de control.
- El interfaz deberá permitir la plena configuración en una herramienta única.
- Pantalla color de al menos 17" para PC industrial o paneles HMI de color 12" táctil.
- Puertos incluidos en el dispositivo HMI:
  - 1 x RS422.
  - 1 x RS485.
  - 2 x RJ45 Industrial Ethernet.
  - 1 x CF-Card-Slot.
  - 1 x Multi Media Card-Slot.
- 12 Mbytes de memoria de usuario / 12 Mbytes memoria de opciones.
- Software WIN CC Flexible o similar.

#### Armario para alojamiento de Autómata y Panel de Operador

Armario para alojamiento de PLC formado por módulos de 800 mm. de ancho, 2.000 m. de alto y 500 mm. de fondo para contener y conectar en su interior los siguientes elementos:

- Autómata programable.
- Panel de operador en puerta (15 pulgadas).
- Instalación de módulos de interface.
- Instalación de módulos interface para separación galvánica de los módulos de entrada/salida del autómata.
- Ventilación.
- Iluminación.
- Relès necesarios para conexión de equipos por fallo de PLC.
- Relès para niveles y señales de campo.
- Transformador 220/220 V 1.250 – 1500 VA
- Fuente de alimentación 24 VDC 10 A.
- Equipos configuración de red (transceivers y/o switches) industriales y alimentados mediante fuente de alimentación independiente.
- Fuente de alimentación independiente para elementos de red.
- Interruptor automático general.

#### 3.3.3.- Módulos

Todos los módulos (excepto los módulos del procesador y de la fuente de alimentación) se pueden intercambiar en funcionamiento, es decir, pueden insertarse y extraerse mientras se encuentran encendidos. Debe existir un dispositivo de ubicación para los módulos y una comprobación automática de la conformidad con la configuración del software del sistema para garantizar que se evitan los errores durante la sustitución del módulo.

Todos los módulos disponen de un bloque de visualización para identificar los defectos de módulo y de canal: entrada, salida, dispositivo de bus, eje, etc. Estos diagnósticos se realizan sin utilizar ninguna herramienta especial. Los módulos se configuran completamente mediante el ajuste de los parámetros en el software de desarrollo y tiempo de ejecución. Los parámetros se almacenan en la aplicación del vuelven a cargar automáticamente en la CPU si se intercambia un módulo.

## Entradas salidas digitales en rack

### a) Entradas

Para las entradas digitales de tipo general, se usarán tarjetas de 32 canales de ED.

Los módulos de entrada digital transforman el nivel de las señales binarias externas del proceso al nivel interno del PLC. Junto a las tiras de plástico rotulables para las entradas individuales, hay unos indicadores que visualicen el estado de cada señal.

Las entradas deben aislarse de acuerdo con el estándar IEC 1131-2, tipo 1 ó 2. debe ofrecer las siguientes características de salida:

- Transistor de 24, 48 Vcc (intervalo de corriente de 0,25 A a 2 A)
- Relé de 24, 24...48, 24...120 Vcc (intervalo de corriente de 3 A a 5 A)
- Relé de 24...240 Vca (intervalo de corriente de 3 A a 5 A)
- Triac de 24...120, 48...240 Vca (intervalo de corriente de 1 A a 2 A)

Los módulos tienen las siguientes características:

- Todas las entradas son con contactos libres de potencial
- Tienen aislamiento optoeléctrico y soportarán un esfuerzo dieléctrico de 1500 voltios, 60 Hz por un minuto.
- Las entradas digitales son actualizadas por la CPU del PLC, por lo menos una vez por segundo

Como norma general el cableado de las señales de entrada digital se realizará en base a las siguientes indicaciones:

1. Se utilizarán dispositivos con conexiones tipo clema-cepo.
2. Cada señal dispondrá de separación galvánica, por lo que se instalará una bornarelé de paso estrecho por cada una de las señales.
3. Se agruparán por cada ocho (8) bornas-relés, mediante interfaces de conexión de tipo entrada. También denominadas mochilas.
4. La alimentación de la mochila, necesaria para que el PLC reciba las señales, será independiente de las señales que provienen de campo. Por ello, cada mochila dispondrá de dos fusibles para la protección de las alimentaciones que provienen de campo. Para vigilar la falta tensión de esta última se conectará un relé a dicha alimentación para poder evaluar la “Falta Tensión Relés Digitales”.
5. Para facilitar las conexiones de los comunes positivos, se instalarán dos bornas triples por cada mochila.
6. La conexión de las mochilas con la tarjeta de ED, se realizará con cable confeccionado y adaptador específico para la tarjeta del PLC.

### b) Salidas

Para las salidas digitales de tipo general, se usarán tarjetas de 32 canales de SD y se comenzará a alojar en el siguiente Slot libre dejado por las tarjetas de ED.

Estos módulos transforman el nivel interno de señales de la RTU del PLC en el necesario para las señales binarias externas al proceso. Las salidas digitales serán tipo relé con contactos normalmente abierto y capacidad de manejo de corriente de 2 A / 250 V A.C. / D.C.

Se ha instalado un módulo de n° salidas de acuerdo con el número de señales recogidas en la actualidad más un % de reservas, previstas para señales futuras. Los módulos tienen las siguientes características:

Intensidad de salida con señal a "1": 0,5 A.

- Margen admisible con 1 E.D.: 5 mA a 0,5 A.
- En operación paralelo 1 S.D.: 0,4 A.
- Intensidad suma: 2 A.

Carga tipo lámparas máx.: 5 W.

Protección contra cortocircuitos: electrónica.

Posibilidad de diagnosis de averías: sí.

Limitación interna de la tensión inductiva de corte: -15 V.

Frecuencia de conmutación:

- con carga óhmica máx. 100 Hz.
- con carga inductiva 2 Hz.

Las salidas deben aislarse de acuerdo con el estándar IEC1131-2.

Debe ofrecer E/S de alta densidad (64 E/S mín.).

Intensidad residual con señal "0": 0,5 mA.

Nivel de señal de salidas con señal "1" mín.: L+ -1,2 V.

Longitud de cable sin apantallar: 100 m.

Aviso de avería "Cortocircuito, falta L+,L1": LED rojo.

Tensión de aislamiento (+9 V respecto a tierra): 12 V CA según VDE 0160: 500 V CA.

Para un procesamiento prioritario, debe ser posible activar el procesamiento de interrupción al cambiar el estado de una entrada.

Para un procesamiento réflex, debe ser posible llevar a cabo un procesamiento interno en un módulo de E/S para obtener tiempos de respuesta de alrededor de 500 µs entre la activación de una entrada y la actualización de una salida asociada.

1. Se utilizarán dispositivos con conexiones tipo clema-cepo.
2. Cada señal dispondrá de separación galvánica, por lo que se instalará una bornarelé de paso estrecho por cada una de las señales.
3. Se agruparán por cada ocho (8) bornas-relés, mediante interfaces de conexión de tipo salida. También denominadas mochilas.
4. La conexión de las mochilas con la tarjeta de SD, se realizará con cable confeccionado y adaptador específico para la tarjeta del PLC

### **E/S analógicas en rack**

Estos módulos de entrada analógica, transforman las señales analógicas del proceso en valores digitales para su posterior procesamiento por la RTU. Se ha instalado un módulo de 8 entradas de acuerdo con el número de señales recogidas en la actualidad más un % de reservas, previstas para futuras señales Tendrán las siguientes características:

El conversor A / D es de una resolución de 12 bits

Todas las entradas son del tipo 4 - 20 mA.

Entradas de tensión/corriente de alto nivel

Entradas de tensión/corriente de alto nivel aisladas

Entradas de termopar

Entradas de multi-rango (tensión/corriente de alto nivel, termopar)

Salidas de tensión/corriente aisladas (+/-10V, 0/4-20 mA)

Salidas de tensión/corriente (+/-10V, 0/4-20 mA)

Debe ser posible configurar todos los canales de entrada y salida (intervalo, calibración, filtrado, etc.) utilizando únicamente el software.

Debe indicarse la resolución de conversión de analógico a digital para cada módulo, así como el error de medida como un porcentaje de toda la escala hasta 25°C.

Tiene un rechazo a las interferencias en modo común de 120 dB., en modo normal de 60 dB a 60 Hz, una tensión en modo común de 200 pico.

Los módulos se enchufan a prueba de errores en los elementos de bus y al hacerlo se establece el contacto con el bloque de bornes que recibe los cables de señales. El cambio de un módulo no exige aflojar los cables de señales (Cableado fijo).

Conexión al Sensor: 2 hilos.

Tiempo de codificación Max: 50 ms para 60 Hz.

Supresión de interferencias.

Como norma general el cableado de las señales de entradas analógicas se realizará en base a las siguientes indicaciones:

1. Se utilizarán dispositivos con conexiones tipo clema-cepo.
2. Las señales analógicas se protegerán, mediante protecciones contra sobretensión y fusibles ultrarrápidos de 100 mA en ambos extremos de conexión del instrumento
3. Las bornas dispondrán de punta de prueba incorporada, de manera que no será necesario la apertura del bucle para la medida y comprobación del mismo.
4. El lazo mantendrá el apantallamiento de la señal, hasta su conexión al adaptador de precableado y como norma general sólo se realizará la conexión a tierra en uno de sus dos extremos, preferentemente en el armario de control, no obstante no se cortará en el extremo que no se conecte.
5. La conexión se realizará con precableados, se recoge detalle en el Anexo 1 Plano
6. Se dispondrá por cada señal de un separador galvánico para conexión al PLC y otro para la conexión del visualizador de proceso, siempre que el lazo disponga de visualizador, ya sea en sinóptico o panel.
7. Dispondrá de bornero de salida a visualizadores de proceso

## Contaje

Los módulos de contaje deben permitir conectar señales desde sensores discretos, codificadores incrementales y codificadores absolutos con enlaces serie o paralelos.

Para un procesamiento rápido, el módulo debe tener en cuenta las entradas activadas por eventos y el ajuste de una salida réflex a 1 ms.

Las frecuencias de contaje necesarias deben estar comprendidas entre 32 kHz y 1 MHz.

### 3.3.4.- Funciones de comunicación

Deben ofrecerse tres tipos de intercambio de variables:

- a través de bloques de función integrados en la aplicación
- mediante la configuración de los parámetros de variables cíclicas
- mediante el uso de variables específicas generadas por la simple declaración del dispositivo



No se requiere la declaración ni la configuración previa del dispositivo de transmisión o destino para utilizar los bloques de función de comunicación.

Puede utilizarse un conjunto de bloques de función dedicados para la simple configuración de la comunicación, prescindiendo de la necesidad de codificar solicitudes de comunicación específicas de cada protocolo.

Un asistente de introducción de datos integrado en el software de programación permite introducir fácilmente los parámetros de las funciones de comunicación.

### **3.3.5.- Normas y homologaciones**

El automático debe cumplir con las principales normas nacionales e internacionales referentes a los equipos electrónicos para sistemas de control industrial:

- IEC/EN 61131-2
- CSA 22-2 (Canadian Standards Association)
- UL 508 (Underwriters Laboratories)
- C-Tick ACA (Australian Communication Authority/Australia)
- Emplazamientos peligrosos (CSA)
- Ghost CEI

El automático debe cumplir con las principales homologaciones relativas a la clasificación de la marina:

- BV (Bureau Veritas/Francia)
- DNV (Det Norske Veritas/Noruega)
- GL (Germanischer Lloyd/Alemania)
- LR (Lloyd's Register/Reino Unido)
- RINA (Registro Italiano Navale/Italia)
- ABS (American Bureau of Shipping/EE.UU.)
- RMRoS (Russian Maritime Register of Shipping/Rusia)

### **3.3.6.- Sistema operativo**

El sistema operativo (SO) debe ser capaz de realizar múltiples tareas:

Principal tarea cíclica o periódica a través de la configuración de software

- Tarea rápida
- Tarea auxiliar

Varias tareas de interrupción (periódicas por evento externo)

Las E/S y canales (contador, eje, etc.) de los diversos módulos pueden asignarse a cada tarea.

Las funciones RUN/STOP del automático pueden controlarse de forma remota ajustando los parámetros de un canal de entrada.

Se puede asignar una entrada física elegida para prohibir cualquier modificación o descarga del programa.

Debe ser posible mantener las salidas o ajustarlas en la posición de repliegue cuando el automático cambie al modo STOP a través de la introducción de parámetros canal a canal.

La ejecución de los procedimientos de reinicio en frío y en caliente se señala a través de bits del sistema a los que accede el programa y el terminal.

El sistema no debe resultar afectado por cortes pequeños de menos de 10 ms.

Debe ser posible realizar una actualización funcional del procesador mediante la simple descarga del firmware. No obstante, también debe ser posible utilizar una versión más reciente del software de programación sin necesidad de actualizar el firmware del procesador.

### **3.3.7.- Procesadores**

El módulo del procesador está conectado al terminal de programación en el panel frontal. Esta conexión debe ser posible sin necesidad de utilizar una tarjeta especial en el PC. También debe indicarse la posibilidad de conectar periféricos como interfaces hombre-máquina o impresoras.

El módulo del procesador puede integrar o incluir de manera opcional:

- Conexión Ethernet TCP/IP
- Gestión de bus de campo
- Gestión de un canal adicional para un enlace serie de red, de bus de campo o de múltiples protocolos.

Las capacidades de memoria correspondientes a los diversos modelos de procesador de la gama deben ofrecerse como un número de instrucciones equivalentes a lista, teniendo en cuenta la memoria física disponible y la memoria requerida por el sistema operativo. La capacidad de memoria debe expresarse como un número de instrucciones elementales equivalentes a lista K para los dos perfiles de aplicaciones:

- "Booleano": 100% booleano/instrucciones sencillas (contacto abierto, contacto cerrado, acoplamiento, salida, flanco, configuración, reinicio, temporizador, contadores)
- "Numérico": 65% booleano/instrucciones sencillas, 35% instrucciones complejas (operaciones en palabras simples, palabras compuestas, comas flotantes, operaciones lógicas (suma, multiplicación, cambio) manejo de estructuras y tablas, funciones trigonométricas, etc.)

El rendimiento de los diversos modelos de procesador debe expresarse en términos de tiempo de ejecución para las instrucciones equivalentes a lista de 1K correspondientes a los dos perfiles de aplicaciones definidos anteriormente.

#### **3.3.7.1.- Memoria**

El área de memoria debe consistir en una memoria interna ejecutable para la aplicación que puede ampliarse con una tarjeta de memoria ejecutable extraíble de tipo RAM (respaldada por una batería extraíble) o una Flash EPROM.

Debe ser posible almacenar el programa, los comentarios y los símbolos en el autómata para permitir la conexión de la herramienta de programación sin tener la aplicación instalada. No obstante, el usuario podrá optar por no transferir ninguno o algunos de estos datos. La función "terminal vacío" debe estar disponible con cualquier lenguaje IEC que se utilice.

Debe poderse utilizar la ampliación de memoria para realizar copias de seguridad de archivos (fórmulas, datos de producción, etc.) y configurar la partición de programas y archivos con el fin de optimizar el uso del cartucho de memoria.

#### **3.3.7.2.- Fuentes de alimentación**

La fuente de alimentación del módulo del autómata será de 220 v Las fuentes de alimentación de c.a. deben disponer de una fuente de alimentación integrada capaz de proporcionar 24 Vcc a los sensores de entrada.

El módulo de la fuente de alimentación debe disponer de un relé de alarma para indicar cualquier parada parcial de la aplicación o aparición de algún defecto.

### **3.3.7.3.- Sistema de precableado**

La instalación debe incluir un completo sistema de interfaces y precableado entre el autómata y los detectores y accionadores. El sistema debe combinar las funciones de un bornero con cableado simplificado y la adaptación, protección y distribución de señales.

La gama debe incluir:

- sub-bases pasivas
- sub-bases con relés de estado sólido extraíbles o soldados
- sub-bases con relés electromecánicos extraíbles o soldados
- cables para la conexión entre los módulos en rack y las sub-bases
- cables premoldeados con extremos libres

La gama de sub-bases debe ofrecer diversas opciones:

- Aislamiento
- Protección con fusibles
- Indicador LED
- Sistema de marcado

La gama de sub-bases también debe permitir la conexión de canales analógicos y módulos de control de posición y contador.

### **3.3.8.- Control de procesos**

El control de procesos estará integrado con algoritmos preestablecidos que pueden definirse de forma completamente gráfica, sin necesidad de utilizar ninguna programación.

Perfiles de bucle admitidos:

- Bucles simples
- Bucles tipo proceso (1 controlador de bucle)
- Bucles autoselectivos (secundario)
- Bucles en cascada
- Programador de puntos de ajuste

La gama debe ofrecer un procesador capaz de procesar hasta 90 bucles simples.

Los cálculos relacionados con el control de procesos pueden realizarse en aritmética de coma flotante expresados en unidades físicas. Se puede utilizar la gama completa de E/S del autómata: todos los procesadores deben tenerlo.

La biblioteca de objetos del software contendrá vistas de panel frontal y de tendencias para uso en el ajuste y la utilización de bucles de control.

Se integra una biblioteca especializada adicional en el software de programación para desarrollar algoritmos avanzados de control de procesos en lenguaje FBD.

#### **3.3.8.1.- Seguridad de las máquinas**

El autómata debe ser capaz de proporcionar un nivel de seguridad de hasta la categoría 4 de acuerdo con la norma EN 954-1 para este requisito.

La gama debe ofrecer un módulo en rack (configurado con el mismo software que el autómata):

Un relé de seguridad cableado independiente del procesador, para el control de sistemas de seguridad de parada inmediata o parada de emergencia (pulsadores, parada de emergencia, interruptores de posición).

Un relé de seguridad electrónico para un diagnóstico completo del sistema de seguridad.

También debe ser posible distribuir las funciones de seguridad de las máquinas en un bus de campo.

### **3.3.8.2.- Comunicación ETHERNET**

Se disponen procesadores con conexión Ethernet TCP/IP integrada con al menos un servidor Web para fines de diagnóstico.

El autómata debe poder conectarse a la red GSM/GPRS/G3, Ethernet TCP/IP a través del puerto integrado o mediante módulos de 10/100 Mbps en un par trenzado blindado a través de un conector RJ45.

La conexión debe ofrecer un servicio de mensajería industrial en los modos cliente y servidor. Este servicio utiliza los protocolos TCP y IP. Para garantizar la interoperabilidad del sistema, el servicio de mensajería debe haber sido validado por instancias de Internet (tipo Internet Assigned Numbers Authority) responsables de la integridad de los protocolos.

La comunicación de aplicación a aplicación debe ser posible a través de Ethernet con bloques de función para intercambios de datos de hasta 256 bytes.

La sincronización entre autómatas en Ethernet debe ser posible a través de un protocolo multidifusión con mecanismo de productor/consumidor. Debe ser posible en 64 estaciones para compartir una base de datos de hasta 4 Kb de tamaño.

La conexión Ethernet debe admitir funciones de agente SNMP para la base MIB II estándar (RFC 1213).

Debe poder accederse al autómata a través de Ethernet (en el sitio de intranet o desde un sitio remoto) a través de un navegador de Internet estándar (tipo Microsoft Internet Explorer). Para ello, este servidor Web debe estar instalado en el autómata. Debe ofrecer funciones para ajustar variables y realizar diagnósticos. Estas funciones no deben requerir ninguna configuración previa o software especial y debe ser posible protegerlas mediante contraseña. Además, el uso de estas funciones no debe afectar de ningún modo al tiempo de análisis del autómata.

El módulo Ethernet debe proporcionar al usuario memoria suficiente para descargar páginas Web personalizables a través de FTP. La memoria disponible debe tener una capacidad de al menos 16 Mbytes.

Las variables u objetos animados de las páginas Web del navegador de Internet deben actualizarse automáticamente desde el autómata a través de un protocolo de Internet estándar, sin necesidad de actualizar toda la página.

La oferta debe ofrecer una solución que permita realizar intercambios de E/S remotos en Ethernet TCP/IP sin necesidad de realizar ninguna programación. Debe reconfigurarse automáticamente un dispositivo tras su sustitución a través de un protocolo de tipo DHCP.

La conexión debe ofrecer un interface de programación abierto en el nivel TCP para la codificación de solicitudes de envío/recepción de datos.

Debe existir un mecanismo para comprobar el ancho de banda con el fin de simular la carga de la conexión cuando esté configurada y también para calcularla durante el funcionamiento.

Debe ofrecerse un mecanismo de seguridad que filtre las direcciones IP. Debe ser posible enviar mensajes de correo electrónico que incluyan valores en tiempo real en el mensaje de texto.

Debe poder sincronizarse el autómata en un servidor de tiempo externo disponible en una red TCP/IP.

### **3.3.8.3.- Bus de campo**

El enlace de bus de campo integrado en el panel frontal de los procesadores debe admitir las siguientes características:

- Intercambios tipo productor/consumidor
- Hasta 127 dispositivos conectados en un radio de 15 km
- El bus debe ser capaz de ofrecer un servicio de mensajería industrial en los modos cliente y servidor (128 bytes máx.) y un servicio de comunicación de aplicación a aplicación para intercambio de datos (128 bytes máx.).
- Las E/S remotas deben direccionarse de forma determinista por el programa de aplicación del mismo modo que las E/S en rack, sin la intervención del programa de aplicación.
- Las funciones de diagnóstico de bus integradas en el software de desarrollo y tiempo de ejecución deben ser capaces de identificar con rapidez los defectos del bus y de los dispositivos remotos. El texto de los mensajes debe ser claro.
- Todos los terminales conectados a la arquitectura, el bus o el procesador deben poder comunicarse con los dispositivos conectados al bus.

También debe incluir módulos para conectar el autómatas a los siguientes estándares de bus de campo:

- CANopen
- Interbus-S
- Profibus-DP

### **3.3.9.- Enlaces en serie**

El autómatas debe tener enlaces serie que admitan diversos tipos de comunicación: GSM/GPRS/G3/Modbus, o protocolos abiertos. El software de configuración elige el protocolo, sin que se requiera ninguna configuración de hardware.

Deben ofrecerse varios medios de comunicación:

- RS422 compatible con RS485
- RS232D
- Modbus
- bucle de corriente de 20 mA

### **3.3.10.- E/S distribuidas**

Las funciones de comunicación de los módulos de E/S remotos IP20 deben ser independientes de las funciones de interface de entrada y salida. Por lo tanto, se podrá conectar cualquier módulo a los estándares de bus de campo principales (apertura de múltiples buses) incluidos, entre otros:

- CANopen
- Ethernet 100 Mbds
- WorldFip
- Modbus Plus
- Interbus-S
- DeviceNet
- Profibus-DP

El proveedor puede ofrecer los siguientes tipos de E/S remotas IP20 de múltiples buses:

- Digitales
- Analógicas
- Contaje rápido

El proveedor puede ofrecer dos tipos de enfoque para secciones remotas con el fin de ofrecer la mejor solución para la modularidad de cada sección:

Funciones de interface agrupadas en un módulo. Por lo tanto, una sección está constituida por un comunicador y un bloque.

Funciones de interface en módulos. Por lo tanto, una sección está constituida por un comunicador y varios módulos.

El proveedor debe disponer de una oferta IP67. Los módulos de E/S remotas a prueba de humedad y polvo con índice IP67, equipados con un rápido sistema de conexión con conectores tipo M23/M12, debe tener capacidad para proporcionar una fuente de alimentación remota a los módulos a través de un único cable.

### **3.3.11.- Autómatas de las EBAR**

Marca SIEMENS o equivalente.

Se distingue:

PLC centralizador de todos los sistemas (EA:608 SD:256; EA:16 SA:24)

PLC centralizador de todos los sistemas (EA:512 SD:192; EA:16 SA:16)

PLC centralizador de todos los sistemas (EA:512 SD:224; EA:16 SA:24)

PLC centralizador de todos los sistemas (EA:192 SD:64; EA:16 SA:16)

Incluye programación del autómata, instalado y probado, batería, fuentes de alimentación, protecciones eléctricas, cableado y protecciones de sobretensión. Toda la unidad completa, instalada y probada según PPTP, incluyendo pequeño material, montaje, documentación, embalaje y transporte a planta (Canaletas, carril DIN, bornas,...).

Incluye :

- Módulos de conexión para cableado de enlace de E/D digitales (IB32) a autómata formado por: adaptador frontal para tarjeta de PLC, cable preconfeccionado con conectores, 4 adaptadores para 8 interfaces PLC (6,2 mm) y 32 bornas con relés enchufables 24 Vdc 6 A, marca PHOENIX CONTACT o similar según referencias (V8 INPUT PLC V8/FLK14/IN - FLKM50-PA-AB/1756/IN/EXTC - FLK50/4X14/EZ-DR/200/KONFEK).
- Módulos de conexión para cableado de enlace de S/D digitales (OB32) a autómata formado por: adaptador frontal para tarjeta de PLC, cable preconfeccionado con conectores, 4 adaptadores para 8 interfaces PLC (6,2 mm) y 32 bornas con relés enchufables 24 Vdc 6 A, marca PHOENIX CONTACT o similar, según referencias (V8 INPUT PLC V8/FLK14/OUT - FLKM50-PA-AB/1756/IN/EXTC - FLK50/4X14/EZ-DR/200/KONFEK)
- Módulos de conexión para cableado de enlace de e/a analógicas (IF16) a autómata formado por: adaptador frontal para tarjeta de PLC, cable preconfeccionado con conectores, marca PHOENIX CONTACT o similar, según referencias (VIP 2/SC/FLK50/AB-1756 - FLKM50-PA-AB/1756/EXTC - FLK50/EZ-DR/200/KONFEK)
- Módulos de conexión para cableado de enlace de s/a analógicas (OF8) a autómata formado por: adaptador frontal para tarjeta de PLC, cable preconfeccionado con conectores, marca PHOENIX CONTACT o similar, según referencias (VIP 2/SC/2FLK14/AB-1756 - FLKM14-PA-AB/1756/EXTC - FLK14/EZ-DR/300/CONFEC (X2)).

Panel sinóptico de operador con pantalla gráfica y teclado numérico/funcional. Pantalla de 15" táctil HMI Teclado numérico y 10 teclas funcionales. 20MB de memoria para aplicaciones. Reloj en tiempo real. 1 puerto de comunicaciones RS232/422/485 con protocolo MODBUS y otros ;Cable PLC-Pantalla; Programación Pantalla local.

### **3.3.12.- Autómata programable PLC EDAR**

Autómata programable para el control de los procesos de la EDAR en distribución periférica.

Marca PHOENIX, SIEMENS o equivalente. Tipo AXC 1050 Instalado en armario con puerta transparente.

### PROCESADOR PRINCIPAL

Contiene 2 CPUs para conectadas en modo principal-redundante.

- 1 Interruptor automático magnetotérmico III+N de 16 A.
- 1 Interruptor automático magnetotérmico de 10 A.
- 2 módulo de comunicaciones Ethernet CP443-1
- 1 Switch IE gestionado
- Relés auxiliares con bobina a 24 V.
- Separadores galvánicos para las entradas y salidas analógicas.
- 1 Cableados, bornas y material auxiliar.

Incluye sistemas de precableado

Tarjeta digital segura, 1 GB Memoria

### EQUIPOS PERIFÉRICOS

Para el control y automatización de la EDAR se sitúan equipos periféricos en cada una de las salas eléctricas de los CCMs conectados al procesador principal mediante una red PROFINET Multimodo.

EQUIPO	EA	SA	ED	SD
PLC 1. Pretratamiento	288	96	48	64
PLC 2. Decantación y biológico	480	128	80	32
PLC 3. Fangos	224	64	80	32
PLC4. Trat. Terciario	128	32	32	16

Instalado en armario con puerta transparente.

Contiene:

Fuente SITOP lite PSU100L

Conector Interfase ET 200SP Interfase IM 155-6PN

Adaptador de bus BA 2xRJ45

- . Módulos de 16 entradas digitales.
- . Módulo de 8 entradas digitales
- . Módulos de 16 salidas digitales.
- . Módulos de 8 entradas analógicas 4-20 mA
- . Módulos de 4 salidas analógicas 4-20 mA.
- 1 módulo de comunicaciones Ethernet
- Relés auxiliares con bobina a 24 V.
- Separadores galvánicos para las entradas y salidas analógicas.

-1 Cableados, bornas y material auxiliar.

Incluye sistemas de precableado, terminal de operador con pantalla táctil con las siguientes características.

Graphic Terminal, Standard, 12 pulgadas, TFT Color, Standard Aspect Ratio, Touch Screen, Single Ethernet and RS232, 18-32 V DC, con Tarjeta, Digital Segura, 1 GB Memoria

### **3.3.13.- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)**

Sistema de Alimentación Ininterrumpido ON-LINE con separación galvánica y bypass estático de 2500W 2 horas, con amplio rango de tensión de entrada, salida senoidal baja en armónicos, para alimentación del equipo de control y la instrumentación. Incluso selector de 2 posiciones para SAI y Red. Incluso protecciones eléctricas SAI y salida a Instrumentación:

1.00 UD. Sistema de alimentación Ininterrumpido ON-LINE 2.500VA 120min

1.00 Instalación y puesta en servicio . Selector de 2 posiciones SAI-RED, para bypass manual del SAI

1.00 Sel Selector de dos posiciones hasta 16A 250Vac 2 contactos

1.00 Protección COMBINADA Magnetotérmica+Diferencial I+N 16A 6kA, 300mA. Protección acometida cuadro, y salida SAI

1.00 Protección Magnetotérmica II 10A 6kA. Protección foma de enchufe e instrumentación

4.00 Protección Magnetotérmica I 10A 6kA. Protección fuentes y equipos

Incluyendo fusibles, terminales, bornas, conductores de conexión, canaletas y resto de elementos y accesorios necesarios para una correcta instalación.

En caso de avería del módulo de control, los módulos rectificadores y módulos inversores seguirán funcionando en modo autónomo, pasando a modo emergencia al régimen de carga de flotación, dando la pertinente alarma de módulo de control mediante señalización remota.

Cuando el rectificador o inversor en servicio, presenten alguna anomalía, automáticamente se producirá la desconexión de éste y la conexión del rectificador o inversor en reserva, señalizándose esta anomalía en el panel de control o cuadro de mando.

Tipo: Plomo-Ácido con sellado VRLA AGM/GEL

### **3.3.14.- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) a RTU**

CARACTERÍSTICAS SAI:

- Marca y modelo SAI:
- On-line, de doble conversión
- By-pass manual, sin paso por cero
- Tensión de entrada: Monofásica 230 Vca
- Tensiones de salida: Monofásica 230 Vca, 24 Vcc y -48 Vcc (positivo puesto a tierra).
- -Factor de potencia en entrada:
- -Capacidad mínima de baterías: 550 Ah a una tensión de 12 Vcc.
- -Autonomía: 2 hora
- -Baterías:
- -Etapas de rectificador [1 ó 2]:
- -Etapas de inversor [1 ó 2]:



- Etapas de acumulación [1 ó 2]:
- En caso de avería del módulo de control, los módulos rectificadores y módulos inversores seguirán funcionando en modo autónomo, pasando a modo emergencia al régimen de carga de flotación, dando la pertinente alarma de módulo de control mediante señalización remota.
- Cuando el rectificador o inversor en servicio, presenten alguna anomalía, automáticamente se producirá la desconexión de éste y la conexión del rectificador o inversor en reserva, señalizándose esta anomalía en el panel de control o cuadro de mando.

#### OTRAS CARACTERÍSTICAS:

- Protección contra fallos de red, variaciones de tensión, variaciones de frecuencia, distorsión de tensión, armónicos, interferencias, picos de tensión y rayos
- Distorsión armónica total de tensión THD<sub>v</sub> < 3%
- Permite 100% de carga no lineal
- Nivel de ruido < 45 dB (A) a 1m
- Reencendido automático programable
- Test de baterías
- Función timer incorporada
- Salida RS232 + software de monitorización y supervisión del SAI

#### PROTECCIÓN:

- Protección de corriente alterna 230 V de entrada:
- Interruptor general automático magnetotérmico y diferencial
- Protecciones de distribución ininterrumpida:
- Interruptor general automático magnetotérmico dotado de señalización de estado (baterías)

Interruptores automáticos magnetotérmicos dotados de contacto de señalización de estado (distribución-protección de tensión alterna salida SAI a utilidades)

#### CARACTERÍSTICAS BATERÍAS:

- Tipo: Plomo-Ácido con sellado VRLA AGM/GEL
- Nº de bloques (mínimo 2):

#### NORMATIVA:

- Normativa IEC/VDE
- CE. Directiva de Compatibilidad Electromagnética

### **3.3.15.- Multitubo polietileno alta densidad**

Canalización formada por varios tubos de polietileno de alta densidad unidos entre si por una membrana y dispuestos paralelamente.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Densidad	0,93 a 0,95 g/cm <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica lineal	0,22 mm/m °C
Conductividad térmica	0,36 Kcal/hm °C
Contenido de carbono	2%
Contenido en materiales volátiles	< 350 mg/kg

Contenido en agua	<300 mg/kg
Módulo de elasticidad a corto plazo	500 MPa
Módulo de elasticidad a largo plazo	150 MPa
Coefficiente de Poisson	0,4
Constante dieléctrica	2,4
Rugosidad hidráulica	
K	0,007 mm
N	0,008
C	150

### **3.3.16.- Cable ovcy apantallado**

Marca:	PIRELLI
Tipo:	Apantallado
Designación:	0YCY
Sección:	mínima 1,5 mm <sup>2</sup>
Tensión de aislamiento:	500 V
Conductores:	cuerdas de cobre recocido flexible
Características del cable:	según UNE 21030 y UNE21123
Tipo de aislamiento:	Policloruro de vinilo (PVC)
Temperatura máx. en servicio:	70° C
Temperatura máx. de cortocircuito:	200° C a 5 s
Resistencia a bajas temperaturas:	- 15 °C
Constante de aislamiento:	A 20 °C > 200 MΩ/Km
Resistividad térmica:	350 °C cm/W
Pantalla:	Trenza de cobre estañado cerrada, Cobertura 80%.

### **3.3.17.- Manguera instrumentación señales digitales interiores**

- Tipo:  
Flexible
- Designación: RZ1-K (AS) 0,6/1 kV
- Sección: s/ planos y cálculos
- Control (Mangueras 1,5 mm<sup>2</sup>)  
[mm<sup>2</sup>):
  - Tensión nominal: 0,6/1 kV
  - Tensión de prueba: 3.500 V
  - Conductores: Cuerdas de cobre electrolítico recocido flexible, clase 5
- Características del cable: UNE 21123-2

	UNE EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2, IEC 60754-1 e IEC 60754-2
Formación del conductor:	Según UNE-EN 60228
Identificación por coloración y por marcado:	UNE 21089-1 (hasta 5 conductores); UNE EN 50334 (más de 5 conductores).
Tipo de aislamiento:	Polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según UNE 21123, UNE-HD 603-1 e IEC 60502.
- Cubierta:	Polioléfina termoplástica tipo DMZ-E, según UNE 21123, UNE-HD 603-1.
- Clasificación frente al fuego CPR, según UNE EN 50575:	- Marcado Cca-s1b,d1,a1 (Alta seguridad)
- No propagador de la llama:	Según UNE EN 60332-1-2.
No propagador de incendio:	Según UNE EN 50399
- Bajo contenido de halógenos:	Según UNE EN 50267 e IEC 60754
- Baja emisión de gases corrosivos:	Según UNE EN 50267 e IEC 60754
- Baja emisión de humos opacos:	Según UNE EN 61034-2.
- Temperatura máxima en servicio:	90 °C
- Temperatura de cortocircuito:	250 °C
- Densidad máxima de cortocircuito:	.
Para 0,1 segundo:	449 A./mm <sup>2</sup> .
Para 0,5 segundo:	201 A./mm <sup>2</sup> .
Para 1,0 segundo:	142 A./mm <sup>2</sup> .
Para 2,0 segundo:	100 A./mm <sup>2</sup> .
Para 3,0 segundo:	82 A./mm <sup>2</sup> .
- Resistencia al agrietamiento:	Termoestable
- Resistencia a bajas temperaturas:	Termoestable
- Constante de aislamiento:	3,67 MΩ. Km. a 20° C
- Resistividad térmica del aislamiento:	350 °C cm. / W.
- Codificación de colores (cables hasta 5 conductores) según UNE 21089-1 y UNE HD 308-S2:	
Conductor de protección:	Amarillo – verde
Conductor neutro:	Azul claro
Conductores de fase:	Marrón, negro y gris

### **3.3.18.- Manguera instrumentación señales digitales exteriores**

- Tipo:	Flexible
- Designación:	RV-K 0,6/1 kV

Sección:

Control (Mangueras 1,5 mm<sup>2</sup>)  
[mm<sup>2</sup>):

- Tensión nominal: 0,6/1 kV
- Tensión de prueba: 3.500 V
- Conductores: Cuerdas de cobre electrolítico recocido flexible, clase 5 según UNE-EN / IEC 60228

- Características del cable:

UNE 21123-2  
UNE EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2, IEC 60754-1 e IEC 60754-2

Formación del conductor:

Según UNE-EN 60228

Identificación por coloración y por marcado:

UNE 21089-1 (hasta 5 conductores);  
UNE EN 50334 (más de 5 conductores).

Tipo de aislamiento:

Polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según UNE 21123, UNE-HD 603-1 e IEC 60502.

- Cubierta:

PVC flexible, tipo DMV-18 según la norma HD 603 y ST2 según la norma IEC 60502-1; color negro.

- Clasificación frente al fuego CPR, según UNE EN 50575:

- Marcado Eca según EN 50575.

- No propagador de la llama:

Según UNE EN 60332-1-2.

No propagador de incendio:

Según UNE EN 50399

- Resistencia a U.V.:

Según UNE 21123-2 y 211605 Anexo A2

- Baja emisión de gases corrosivos:

Según UNE EN 50267 e IEC 60754

- Baja emisión de humos opacos:

Según UNE EN 61034-2.

- Temperatura máxima en servicio:

90 ° C

- Temperatura de cortocircuito:

250 ° C

- Densidad máxima de cortocircuito:

.

Para 0,1 segundo:

452 A./mm<sup>2</sup>.

Para 0,5 segundo:

202 A./mm<sup>2</sup>.

Para 1,0 segundo:

143 A./mm<sup>2</sup>.

Para 2,0 segundo:

101 A./mm<sup>2</sup>.

Para 3,0 segundo:

83 A./mm<sup>2</sup>.

- Resistencia al agrietamiento:

Termoestable

- Resistencia a bajas temperaturas:

Termoestable

- Codificación de colores (cables hasta 5 conductores) según UNE 21089-1 y UNE HD 308-S2:

Conductor de protección:

Amarillo – verde

Conductor neutro:

Azul claro

Conductores de fase:

Marrón, negro y gris

### 3.3.19.- Manguera señales analógicas interior

- Tipo:	Flexible
- Designación:	Z1C4Z1-K (AS) 0,6/1 kV
Sección:	
Control (Mangueras 1,5 mm <sup>2</sup> ) [mm <sup>2</sup> ):	
- Tensión nominal:	0,6/1 kV
- Tensión de prueba:	3.500 V
- Conductores:	Cuerdas de cobre electrolítico recocido flexible, clase 5
- Características del cable:	UNE 21123-2 UNE EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2, IEC 60754-1 e IEC 60754-2
Formación del conductor:	Según UNE-EN 60228
Identificación por coloración y por marcado:	UNE 21089-1 (hasta 5 conductores); UNE EN 50334 (más de 5 conductores).
Tipo de aislamiento:	Polioléfina con baja emisión de humos y libre de halógenos según UNE-EN 60754, IEC 60754
- Pantalla:	Cinta de aluminio-poliéster solapada y una trenza de hilos de cobre estañado.
- Cubierta:	Polioléfina termoplástica ignífuga tipo DMZ-E, según UNE 21123, UNE-HD 603-1.
- Clasificación frente al fuego CPR, según UNE EN 50575:	- Marcado Cca-s1b,d1,a1 (Alta seguridad)
- No propagador de la llama:	Según UNE EN 60332-1-2.
No propagador de incendio:	Según UNE EN 50399
- Bajo contenido de halógenos:	Según UNE EN 50267 e IEC 60754
- Baja emisión de gases corrosivos:	Según UNE EN 50267 e IEC 60754
- Baja emisión de humos opacos:	Según UNE EN 61034-2.
- Temperatura máxima en servicio:	70 °C
- Temperatura de cortocircuito:	160 °C
- Densidad máxima de cortocircuito:	.
Para 0,1 segundo:	452 A./mm <sup>2</sup> .
Para 0,5 segundo:	202 A./mm <sup>2</sup> .
Para 1,0 segundo:	143 A./mm <sup>2</sup> .
Para 2,0 segundo:	101 A./mm <sup>2</sup> .

Para 3,0 segundo:	83 A./mm <sup>2</sup> .
- Resistencia al agrietamiento:	Termoestable
- Resistencia a bajas temperaturas:	Termoestable
- Constante de aislamiento	3,67 MΩ. Km. a 20° C
- Resistividad térmica del aislamiento:	350 ° C cm. / W.
- Codificación de colores (cables hasta 5 conductores) según UNE 21089-1 y UNE HD 308-S2:	
Conductor de protección:	Amarillo – verde
Conductor neutro:	Azul claro
Conductores de fase:	Marrón, negro y gris

### **3.3.20.- Manguera señales analógicas exterior**

- Tipo:	Flexible
- Designación:	VC4V-K 0,6/1 kV
Sección:	
Control (Mangueras 1,5 mm <sup>2</sup> ) [mm <sup>2</sup> ):	
- Tensión nominal:	0,6/1 kV
- Tensión de prueba:	3.500 V
- Conductores:	▪ Cuerdas de cobre electrolítico recocido flexible, clase 5
- Características del cable:	▪ UNE 21123-2 ▪ UNE EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2, IEC 60754-1 e IEC 60754-2
- Formación del conductor:	▪ Según UNE-EN 60228
- Identificación por coloración y por marcado:	▪ UNE 21089-1 (hasta 5 conductores); ▪ UNE EN 50334 (más de 5 conductores).
- Tipo de aislamiento:	PVC flexible, tipo TI2 según la norma UNE-EN 50363-3 y tipo PVC/A según la norma IEC 60502-1.
- Pantalla:	Cinta de aluminio-poliéster solapada y una trenza de hilos de cobre estañado que aseguren un 100% de cobertura de apantallamiento.
- Cubierta:	PVC flexible, tipo TI2 según la norma UNE-EN 50363-4-1 y tipo ST1 según la norma IEC 60502-1. Color negro o gris.
- Clasificación frente al fuego CPR, según UNE EN 50575:	- Marcado Eca según EN 50575.

- No propagador de la llama: No propagador de incendio:	- Según UNE EN 60332-1-2. Según UNE EN 50399
-Características:	▪ Apto para la intemperie.
- Baja emisión de gases corrosivos:	▪ Según UNE EN 50267 e IEC 60754
- Baja emisión de humos opacos:	▪ Según UNE EN 61034-2.
- Temperatura máxima en servicio:	70 ° C
- Temperatura de cortocircuito:	160 ° C
- Densidad máxima de cortocircuito:	.
Para 0,1 segundo:	364 A./mm2..
Para 0,5 segundo:	163 A./mm2.
Para 1,0 segundo:	115 A./mm2.
Para 2,0 segundo:	81 A./mm2.
Para 3,0 segundo:	66 A./mm2.
- Resistencia al agrietamiento:	Termoestable
- Resistencia a bajas temperaturas:	Termoestable
- Codificación de colores (cables hasta 5 conductores) según UNE 21089-1 y UNE HD 308-S2:	
Conductor de protección:	Amarillo – verde
Conductor neutro:	Azul claro
Conductores de fase:	Marrón, negro y gris

### **3.3.21.- Cable fibra óptica multimodo**

Conductor de fibra óptica

Marca: Cervi o similar

Modelo: CERH (12FM50) OM3 CAHR LSHF

Cable de fibra óptica compacto, robusto, resistente, de diámetro reducido, estanco, idóneo para “blown air” (soplado) y excelente resistencia a roedores. Para instalación en exterior.

No propagador de la llama y el incendio.

Libre de halógenos. Baja emisión de humos.

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE**

Radio de curvatura mínimo 20 x Ø exterior

Tracción perm/Inst (N) 1500 / 2700 N

Peso (aprox.) 107 Kg/Km

Aplastamiento 2000N

Rango de temperaturas -30 °C a +70 °C

#### **NORMATIVA**

No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2

Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1 / IEC 60754-1

Baja opacidad de humos UNE-EN 50268 / IEC 61034

Baja corrosividad de gases UNE-EN 50267-2-2 / IEC 60754-2

### **3.3.22.- Equipos de supervisión**

#### **MARCA:**

ORDENADORES : DELL  
IMPRESORA INYECCION: HEWLETT PACKARD  
IMPRESORA LÁSER: CANON

#### **1. Ordenador PC de servidor de datos**

- Procesador: Pentium (Intel Xeon) a 2,8 GHz
- Memoria RAM: 1 MB doble canal a PC400 DDRAM (2\*512) ampliable a 4 GB
- Disco duro: 80GB SATA a 7.200rpm
- Disquetera: 3,5" 1.44 MB
- Monitor: 19" Monitor de 19" Plano LCD TFT resolución 1280x1024, 0,27pitch
- Tarjeta Gráfica: PCIe x16 (DVI/VGA) ATI FireGL V3100, 128MB con salida para 2 monitores VGA o salida DVI/VGA
- DVD-RW: 16XDVD y 16X DVD+RW/+R w/ Sonic RecordNow! Deluxe, CyberLink PowerDVD
- Teclado: Teclado PS/2 con 3 teclas programables (hotkeys)
- Ratón: Ratón Intellimouse PS/2 de 2 botones
- Tarjeta de red: Gigabit LOM Network integrada
- Sistema operativo: Microsoft® Windows® 2000/XP Profesional (SP1)
- Puertos: 2Serie/1paralelo/4USB
- Tipo Formateo Disco Duro: Formateo disco duro en NTFS (Microsoft® Windows® 2000 Profesional)
- Chasis Sobremesa negro
- Módems GSM/GPRS MC35 o similar
- Antena Omnidireccional y cable para GSM/GPRS

#### **2. Impresora de inyección tinta color A3 con servidor de impresión para red Ethernet**

- Tipo de impresora: Inyección tinta color HP Deskject 1280
- Tamaño papel: máximo Super B (330)x1270mm, A3 y A4 600x600ppp en B/N y 4.800x1.200ppp en color 14ppm A4 mono calidad borrador y 5,5ppm A4 color calidad borrador
- Alimentador: 150 hojas
- Memoria: 8MB RAM
- Comunicación puerto USB y paralelo
- Servidor de impresión: USB - EN, Fast EN - 10Base-T, 100Base-TX

#### **3. Impresora láser color**

- Tipo de impresora: Láser color EPSON ACULASER C1100N.
- Tamaño de papel: 600x600ppp en B/N y color (impresión calidad hasta 2.400ppp) 25ppm en B/N y hasta 5ppm en color



- Alimentador: 180 hojas
- Memoria: 32MB RAM ampliable a 256MB
- Comunicación puerto USB y paralelo, y red Ethernet 10/100BaseTx Ciclo de trabajo de 45.000 páginas/mes

**3.3.23.- Programas de supervisión (SCADA)**

**MARCA:** SCHNEIDER ELECTRIC O SIMILAR

Ingeniería consistente en la generación de los programas de control de la planta, según programa de aseguramiento de calidad de SCHNEIDER.

- Programas de PLC para entradas digitales en Sistema.
- Programas de PLC para salidas digitales en Sistema.
- Programas de PLC para entradas analógicas en Sistema.
- Programas de PLC para salidas analógicas en Sistema.

Ingeniería consistente en la generación de los programas de visualización y supervisión, con documentación asociada, según programa de aseguramiento de calidad de SCHNEIDER

- Supervisión en SCADA y en Pantalla Local de entradas digitales en Sistema.
- Supervisión en SCADA y en Pantalla Local de salidas digitales en Sistema.
- Supervisión en SCADA y en Pantalla Local de entradas analógicas en Sistema.
- Supervisión SCADA y en Pantalla Local de 32 salidas analógicas en Sistema.

Los programas de supervisión serán paquetes de software standard, particularizados para cada caso concreto.

Dichos programas deberán estar diseñados de acuerdo con cuanto se describe en los apartados siguientes.

1. Pantallas integrantes del programa

Las pantallas integrantes del programa de supervisión deberán ser las siguientes:

- Pantalla de anagramas.
- Pantalla de menú.
- Pantallas de proceso.
- Pantalla de alarmas.
- Pantalla de horas de funcionamiento de máquinas.
- Pantalla de gráficos.

2. Carátula de funciones

La carátula de funciones deberá incluirse en la línea superior de todas las pantallas del programa, excepto la de anagramas.

Su dimensión deberá ser de una línea completa e ir remarcada de modo que se destaque perfectamente sobre el resto de la pantalla, estando constituida por los siguientes campos:

MENU	ALARMAS		07-05-06	12-10-59	<	>
------	---------	--	----------	----------	---	---

- Dos pequeños campos en el extremo derecho de la carátula, con simulación de dos flechas, una indicando dirección hacia la derecha y la otra hacia la izquierda. Estas flechas valdrán para el desplazamiento entre pantallas sucesivas, mediante su pulsación con el ratón.

- Un pequeño campo, inmediatamente a la izquierda de los anteriores, para indicación de la hora, con formato XX:XX:XX (horas, minutos, segundos). Este campo será meramente informativo.
- Un pequeño campo inmediatamente a la izquierda del anterior, para indicación de la fecha, con formato XX:XX:XX (día, mes, año). Este campo, también será meramente informativo.
- Un pequeño campo en el extremo izquierdo de la carátula, con la leyenda "MENU". Este campo, pulsado con el ratón, deberá presentar dicha pantalla.
- Un pequeño campo inmediatamente a la derecha del anterior, con la leyenda "ALARMAS". Este campo, pulsado con el ratón, deberá presentar dicha pantalla.
- Finalmente, el resto de la carátula, entre el campo de "ALARMAS" y el campo de la fecha se destinará a la recepción de mensajes de alarma.

### 3. Características de las pantallas

#### 3.1 Pantalla de anagramas

Al encender el PC, el programa de supervisión deberá arrancar automáticamente, de modo que una vez concluido el proceso de arranque, aparezca en el monitor la pantalla de anagramas.

En dicha pantalla, deberán figurar exclusivamente las siguientes imágenes:

- En todos los casos, el nombre de la planta en cuestión, por ejemplo "EDAR LA REGUERONA".
- Cuando así se establezca, el escudo o emblema del organismo titular de la planta.

La salida de la pantalla de anagramas deberá poder hacerse mediante la pulsación de una tecla cualquiera del teclado del PC, saltando entonces el programa a la pantalla de menú.

El retorno a la pantalla de anagramas solamente deberá poder hacerse desde la pantalla de menú.

#### 3.2 Pantalla de menú

La pantalla de menú incluirá la carátula de funciones y una serie de teclas simuladas, que serán las siguientes:

- Una tecla con la leyenda "ANAGRAMAS".
- Una tecla por cada área de la planta, con su leyenda correspondiente. Por ejemplo "PRETRATAMIENTO", "TRATAMIENTO BIOLÓGICO", "DECANTACION SECUNDARIA", "ESPESAMIENTO", "DESHIDRATACION", ,etc.
- Una tecla con la leyenda "HORAS DE FUNCIONAMIENTO".
- Una tecla con la leyenda "ALARMAS".
- Una tecla con la leyenda "GRAFICAS".

La salida de la pantalla de menú, deberá poder hacerse de dos modos diferentes, a saber:

- Pulsando con el ratón sobre el rótulo elegido, con lo que el programa presentará la pantalla correspondiente.
- Pulsando con el ratón sobre las flechas de desplazamiento de la carátula de funciones, con lo que se irán presentando pantallas sucesivas.

El retorno a la pantalla de menú desde cualquier otra (excepto la de anagramas) deberá poder hacerse de dos modos diferentes, a saber:

- Pulsando con el ratón sobre el rótulo "MENU" de la carátula de funciones.
- Pulsando con el ratón sobre la flecha de avance hacia la izquierda de la carátula de funciones.

### 3.3 Pantallas de proceso

Las pantallas de proceso deberán incluir la carátula de funciones y una reproducción idéntica a la que figure en el cuadro sinóptico, para la zona correspondiente de la planta en cuestión.

De forma destacada, en la parte superior de la pantalla, bajo la carátula de funciones, deberá aparecer un rótulo con el nombre de la zona, que lógicamente, deberá ser coincidente con la que figure en la pantalla de menú para la misma.

La salida de las pantallas de proceso deberá poder hacerse de tres modos diferentes, a saber:

- Pulsando con el ratón sobre el rótulo "MENU" de la carátula de funciones, con lo que se acudirá a dicha pantalla.
- Pulsando con el ratón sobre las flechas de desplazamiento de la carátula de funciones, con lo que se irán presentando pantallas sucesivas.
- Pulsando con el ratón en los rótulos de hiperenlace, con lo que se presentará la pantalla que corresponda.

En las pantallas de proceso, las máquinas, compuertas, válvulas, instrumentos, etc. deberán figurar conforme se indica a continuación.

#### a) Máquinas

Junto al símbolo de cada motor, deberán aparecer dos rótulos y sobre el propio símbolo un piloto de señalización.

El piloto, con máquina parada sin incidencia, deberá aparecer apagado; con máquina en funcionamiento normal, luminoso de forma permanente; y en caso de disparo de las protecciones de la máquina (desactivación del relé de vigilancia activa), luminoso en intermitencia.

En cuanto a los rótulos, uno de ellos, sin remarcar, deberá indicar el ítem del motor (por ejemplo, BAB-104). El otro rótulo, remarcado, tendrá tantos campos como modos de funcionamiento admita la máquina, apareciendo iluminado en cada momento el que corresponda.

#### b) Válvulas y compuertas

Junto al símbolo de cada válvula o compuerta, deberán aparecer dos rótulos y dos pilotos de señalización.

En cuanto a los pilotos, con válvula o compuerta totalmente abierta, deberá aparecer luminoso de forma permanente el superior; con válvula o compuerta totalmente cerrada, deberá aparecer luminoso de forma permanente el inferior; y en caso de disparo de las protecciones de la máquina (desactivación del relé de vigilancia activa), ambos en intermitencia.

En cuanto a los rótulos, uno de ellos, sin remarcar, deberá indicar el ítem de la válvula o compuerta (por ejemplo, VAV-110). El otro rótulo, remarcado, tendrá tantos campos como modos de funcionamiento admita la máquina, apareciendo iluminado en cada momento el que corresponda, al igual que en el caso de las máquinas.

#### c) Instrumentos

Junto al símbolo de cada instrumento deberán aparecer dos rótulos.

Uno de los rótulos, sin remarcar, deberá indicar el ítem del instrumento (por ejemplo, LI-207). El otro rótulo, remarcado, deberá indicar la medición instantánea del instrumento, en las unidades de ingeniería de que se trate (m<sup>3</sup>/seg, °C, etc).

#### d) Depósitos

Junto al símbolo de cada depósito deberá aparecer al menos un rótulo sin remarcar, indicando el ítem del mismo.

Si en dicho depósito existiese una sonda de nivel con emisión de señal analógica, deberá incluirse un segundo rótulo remarcado con la indicación del volumen de fluido existente en el mismo,

en unidades de ingeniería (m3, dm3, etc) o en tanto por ciento según convenga. Así mismo, el símbolo del depósito deberá quedar sombreado en color a elegir en un tanto por ciento equivalente a la medición.

### 3.4 Pantalla de alarmas

La pantalla de alarmas, deberá incluir la carátula de funciones y un cuadro como el que figura a continuación.

ITEM	DESIGNACIONRECEPTOR	EVENTO	FECHA	HORA

Cuando se acuda a esta pantalla, aparecerá siempre el cuadro completo, correspondiendo la línea inferior a la última alarma, reconocimiento o restablecimiento de la normalidad que haya tenido lugar.

El desplazamiento para visionar mensajes anteriores no presentes en pantalla y retornar posteriormente hacia las últimas, deberá hacerse con las teclas "Re Pág" (retroceso de página) y "Av Pág" (avance de página) del teclado del PC.

La salida de la pantalla de alarmas, deberá poder hacerse de dos modos diferentes, a saber:

- Pulsando con el ratón sobre el rótulo "MENU" de la carátula de funciones, con lo que se acudirá a dicha pantalla.
- Pulsando con el ratón sobre las flechas de desplazamiento de la carátula de funciones, con lo que se irán presentando pantallas sucesivas.

La gestión de las alarmas será conforme queda detallado en el apartado correspondiente de esta misma especificación.

### 3.5 Pantalla de horas de funcionamiento

La pantalla de horas de funcionamiento, deberá incluir la carátula de funciones y un cuadro como el que figura a continuación.

ITEM	DESIGNACIÓN RECEPTOR	TOTAL HORAS	RESET	PARCIAL HORAS	RESET

El campo "TOTAL HORAS" corresponderá a las horas de funcionamiento desde la puesta en marcha de la máquina, y el campo "PARCIAL HORAS" corresponderá a las horas de funcionamiento desde el último reset. Cuando se intente poner a cero cualquiera de dichos campos, deberá aparecer en pantalla un recuadro pidiendo la clave de acceso del operador. Caso de que la clave no sea la correcta, el programa no realizará ninguna función.

Cuando se acuda a esta pantalla, deberán aparecer siempre las primeras máquinas y / o válvulas registradas.

El desplazamiento para visionar máquinas o válvulas no presentes en pantalla y retornar posteriormente hacia atrás, deberá hacerse con las teclas "Av pág" (avance de página) y "Re Pág" (retroceso de página) del teclado del PC.

La salida de la pantalla de horas de funcionamiento, deberá poder hacerse de dos modos diferentes, a saber:

- Pulsando con el ratón sobre el rótulo "MENU" de la carátula de funciones, con lo que se acudirá a dicha pantalla.
- Pulsando con el ratón sobre las flechas de desplazamiento de la carátula de funciones, con lo que se irán presentando pantallas sucesivas.

### 3.6 Pantalla de gráficos

La pantalla de gráficos, deberá incluir la carátula de funciones y los siguientes elementos:

- Una tabla con indicación de todas las variables controladas.
- Una tabla con indicación de la gama de colores admisible para la representación de gráficas.
- Dos campos remarcados, para la elección del origen y final temporal de la variable a representar.
- Una tecla simulada con la indicación "REPRESENTAR GRAFICA".
- Una tecla simulada con la indicación "IMPRIMIR".
- Un espacio reservado para la representación de la gráfica.

La selección de variables y colores, así como la orden de representar cada gráfica deberán hacerse mediante pulsación con el ratón sobre los campos correspondientes, en tanto que los límites temporales de la gráfica deberán hacerse mediante el teclado numérico del PC.

Deberán poderse representar varias variables simultáneamente.

En cualquier momento, mediante la pulsación de la tecla "IMPRIMIR" con el ratón, deberá poderse dar orden a la impresora de recoger la información de las gráficas presentes en pantalla.

La salida de la pantalla de gráficos, deberá poder hacerse de dos modos diferentes, a saber:

- Pulsando con el ratón sobre el rótulo "MENU" de la carátula de funciones, con lo que se acudirá a dicha pantalla.
- Pulsando con el ratón sobre las flechas de desplazamiento de la carátula de funciones, con lo que se irán presentando pantallas sucesivas.

### 4. Gestión de alarmas

Cuando en la instalación objeto del programa de supervisión se produzca una alarma, el proceso deberá ser el siguiente:

- Cualquiera sea la pantalla visualizable en dicho momento, en el campo de la carátula de funciones destinado a la presentación de alarmas, deberá aparecer el nombre de la máquina origen de la alarma, por ejemplo "Bomba de agua bruta n°4". Dicho mensaje, con letras en color rojo, deberá permanecer intermitente, en tanto la alarma no haya sido reconocida.

Simultáneamente a lo anterior, el programa deberá lanzar a la impresora de alarmas la orden de imprimir el acontecimiento del mismo modo que en la pantalla de alarmas, conforme se indica a continuación.

ITEM	DESIGNACION	EVENTO	FECHA	HORA
SP-2	Soplante n°2	Alarma	07-05-06	11-10-04

- El operador deberá acudir a la pantalla de alarmas para efectuar el reconocimiento de aquella. En dicha pantalla, la última línea escrita deberá reflejar los datos del acontecimiento en letra de color rojo y en intermitencia.

- El reconocimiento de la alarma deberá realizarse en esta última pantalla, mediante pulsación con el ratón sobre la línea intermitente.

- Una vez hecho lo anterior, la línea de información de la alarma deberá pasar de intermitente a fija manteniéndose de color rojo; y deberá aparecer una nueva línea, también en color rojo, con el mismo ítem y denominación de máquina, pero con el rótulo "Reconocida" en vez de "Alarma" y la fecha y hora correspondientes, conforme se indica a continuación.

ITEM	DESIGNACION	EVENTO	FECHA	HORA
SP-2	Soplante nº2	Alarma	07-05-06	11-10-04
SP-2	Soplante nº2	Reconocida	07-05-06	11-20-50

- Simultáneamente a lo anterior, el programa deberá lanzar a la impresora de alarmas la orden de imprimir una nueva línea con el mismo texto de la pantalla.

- Al volver a cualquier otra pantalla, en la carátula de función funciones deberá seguir presente el rótulo de la alarma, con letras en color rojo, pero ya fijo en vez de intermitente.

Finalmente, una vez restablecida la normalidad, deberá desaparecer de la carátula de funciones de la pantalla en que se esté, el mensaje de alarma; las líneas de alarma y reconocimiento de la pantalla de alarmas deberán pasar de rojo a negro y deberá aparecer una nueva línea, con el concepto "Subsanada" en vez de "Reconocida" y la fecha y hora correspondientes, conforme se indica a continuación.

ITEM	DESIGNACION	EVENTO	FECHA	HORA
SP-2	Soplante nº2	Alarma	07-05-06	11-10-04
SP-2	Soplante nº2	Reconocida	07-05-06	11-20-50
SP-2	Soplante nº2	Subsanada	07-05-06	12-10-59

- Simultáneamente a lo anterior, el programa deberá lanzar a la impresora de alarmas la orden de imprimir una nueva línea con el mismo texto de la pantalla.

#### 5. Maniobras y cambio de consignas desde el PC

Si el diseño de la instalación contempla la posibilidad de funcionamiento manual remoto desde PC, a través de los PLC's comunicados con el mismo, deberá procederse del modo siguiente:

##### a) Maniobra de máquinas y válvulas

- Se pulsará con el ratón sobre el símbolo de la máquina en cuestión.

- Si el modo de funcionamiento de la máquina o válvula en ese momento es "ML", el programa no podrá obedecer ninguna orden.

- Si el modo de funcionamiento en ese momento es "MR" o "AUT", deberá aparecer el símbolo de una botonera con un pulsador de marcha y uno de parada si el receptor es un motor y dos pulsadores de marcha (abrir-cerrar) y uno de parada si el receptor es una válvula o compuerta. Los órdenes de marchaparada o abrir-cerrar deberán darse pulsando con el ratón sobre el pulsador correspondiente de la botonera.

- El PC transmitirá la orden al PLC local correspondiente, el cual a su vez dará las órdenes oportunas para su ejecución.

b) Cambio de consignas de funcionamiento

- Se pulsará con el ratón sobre el símbolo del equipo en cuestión.
- Si el cambio de la consigna a modificar se considera que solamente debe poder realizarlo personal restringido de la planta, deberá aparecer en pantalla un recuadro pidiendo la clave de acceso del operador. Caso de que la clave no sea la correcta, el programa no realizará ninguna función.
- Si la clave es la correcta o bien no se requiere dicho trámite, una vez pulsado el símbolo del instrumento en cuestión, en pantalla deberá aparecer una escala con indicación de las unidades de ingeniería correspondientes y un cursor sobre la misma.
- La modificación de la consigna deberá hacerse actuando con el ratón sobre dicho cursor, haciendo que se desplace a lo largo de la escala.

6. Confección de históricos

El programa deberá memorizar los siguientes datos, archivándolos en disco duro y avisando por pantalla de la necesidad de descargarlos en disquete, cuando lo aconseje la capacidad de aquél:

- Evolución de las variables analógicas tales como caudales, pH's, temperaturas, etc.
- Contaje de las alarmas producidas por cada máquina, válvula o compuerta, con fecha y hora de las mismas.
- Contaje de las arrancadas de cada máquina y maniobras de cada válvula y compuerta, con fecha y hora.

Diariamente, de forma completamente automática y a la hora que se establezca, por ejemplo, a las 00-00-00, el programa deberá lanzar por la impresora de gráficos un informe que deberá incluir toda la información indicada anteriormente, correspondiente a las 24 horas precedentes.

Asimismo, el programa deberá tener la posibilidad de confeccionar informes similares correspondientes a periodos de tiempo a voluntad del operador.

### 3.4.- INTRUSIONISMO

#### 3.4.1.- Alarmas e intrusismo en EBAR

Central microprocesada de seguridad conformado por 6 detectores volumétricos, 6 Ud de contacto, interiores y exteriores, 6 Ud detectores de apertura de puerta, sirena y desconector, cableado a puntos de control, estación remota de control mediante GSM/GPRS, incluso baterías de autonomía de 24 h, teclado de control LCD G3, módulos de comunicaciones redundantes RTB y GPRS. Se incluye fuente de alimentación con cargador y baterías 12VDC 18Ah para líneas principales, así como fuente de alimentación adicional inteligente RIO-FA G3 con modulo expansor de zonas y Salidas, así como baterías de 12VDC 18Ah para dar cumpliendo al grado de SeguridadUna de las remotas del grupo de control recibirá a través de su módulo de entradas digitales la activación del detector magnético y del volumétrico para su transmisión al puesto de control y para, mediante un contacto libre de potencial como salida digital, activar la sirena. Esta contingencia podrá ser programada a voluntad del operador.

#### **Central de alarmas.**

Cumplirá las siguientes características:

- Central microprocesada en caja de ABS
- Control de 8 zonas, con parcialización en tres sectores, ampliable hasta 32 zonas.
- Posibilidad de conexión a línea telefónica, con protocolos de comunicación Scantronic, Ademco Fast o Ademco Contac ID.
- Posibilidad de conectar un teclado remoto de LED's.
- Batería interna de 12 Vdc, 2 Ah

#### a) **Sensor volumétrico de movimiento.**

Cumplirá las siguientes características:

- Detector de doble tecnología, Infrarrojos y microondas, con lente de fresnel y modo de operación AND.
- Alcance de 15 metros, con 24 zonas sensibles, en tres planos.
- Alimentación de 10,7 a 17 Vdc, con consumo máximo de 50 mA.

**b) Contacto magnético.**

Cumplirá las siguientes características:

- Detector rectangular en aluminio.
- Distancia máxima 20 mm.
- Conexión mediante cable.

**c) Avisador acústico.**

Cumplirá las siguientes características:

- Sirena exterior con flash en policarbonato.
- Piloto intermitente de 5W, potencia acustica 105 dB.
- Disparo por corte de línea entre central y sirena, con autobloqueo.
- Batería interna de 12V, 1,2 Ah

**3.4.2.- Hardware de gestión**

Hardware para gestión y control de CCTV en centro de control compuesto por : Micro torre - 1 x Pentium Dual Core E5200 - RAM 2 GB - disco duro 1 x 320 GB - DVD-RW - GMA 3100 Dynamic Video Memory Technology 4.0 - Gigabit Ethernet Vista Business / degradación a XP Professional - pre-installed Monitor 24" resolución de hasta 1920x1200 píxeles, equipo SAI 15 minutos

**3.4.3.- Software de gestión**

Software de aplicación de gestión individual y de servidor, licencia para 5 usuarios/administrador, aplicaciones de control supervisión, investigación, administración, "player,"Site builder",e incluso servidor hardware.

Conexiones internet utilizando encaminadores más módem ADSL o tecnología móvil, desde un punto centralizado. El servidor de vídeo vigilancia permite accionar las cámaras IP, en local o en remoto a través de internet o SCADA en centro de control, mediante un encaminador (router) y la monitorización y vigilancia desde cualquier ordenador de la LAN, así como aviso a los usuarios mediante e-mail.

**3.4.4.- Cámara de visión nocturna EBAR**

Cámara de alta generación a utilizar mediante IP instaladas en soportes y protegidas mediante carcasas exteriores calefactadas y estancas, con IP 67, estas cámaras serán móviles y de visión nocturna con zoom motorizado.

Las características de la cámara seleccionada cumplirá:

- Sensibilidad IR, para una calidad de imagen superior en condiciones de poca luz;
- El barrido progresivo proporciona imágenesde máxima resolución de objetos en movimiento y sin distorsiones;
- Alimentación a través de Ethernet (IEEE 802.3af); Hasta 45 imágenes por segundo en resolución VGA 640 x 480;
- Detección de movimiento multiventana;



- Vídeo: Velocidad de captura en vídeo digital: 45 fps / Resolución máxima: 640 x 480 Píxeles; Video, modalidad de compresión: MJPEG, MPEG-4 Motion simultáneos;
- Características de la lente: Longitud focal: 3 - 8 mm Enfocar: 1.0 Sensor de imagen: Tipo de sensor: CCD;
- Tamaño del sensor óptico: 1/3 " Conectividad: Puertos de entrada y salida (E/S): RS-232, RS-485/422 Seguridad:
- Características físicas: Multi-level password, IP address filtering, HTTPS encryption. control de contraluz WDR, vídeo sensor de movimiento por área o cuadrícula, con alimentación DC12 V / AC24 V.

Incluso: soportes necesarios, caja de conexión y protección, cable interior, pica de tierra, cableado interior coaxial RG-59, guías y pequeño material. Unidad totalmente funcionando con emisión de imágenes y datos vía GSM/GPRS.

### **3.4.5.- Cámara tubular exterior**

Cámara tubular FULL HD, Sensor SONY 222 1/2.8", 2.4 Megapíxeles, 1080p @ 25 fps,

Lente varifocal 2.8 a 12 mm con iris mecánico, WDR, 3D, DNR, Antiniebla, Menú OSD, Detección de movimiento

Zonas de enmascaramiento, HLC, BLC, Día / Noche real,

Salida BNC PAL / NTSC seleccionable, 42 unidades de LEDs,

Ajuste externo de zoom / enfoque o desde el panel trasero, Cable a través del soporte,

Especificaciones técnicas

LENTE: 2.8 a 12 mm

SENSOR: CMOS SONY 222 1/2.8" 2.4 Megapíxeles

SENSIBILIDAD: 0.01 Lux B&N

RESOLUCIÓN: 1080p @ 30 fps

ALCANCE: 50 m

ALIMENTACIÓN: 12 V DC

CONSUMO: 150 mA

PESO: 860 g.

TEMPERATURA DE USO: -10°C a +50°C

NUMERO DE LEDS: 42 unidades

NIVEL DE PROTECCIÓN IP66

DNR: 3D

OSD: Sí

OSD: Sí

DNR: 3D

WDR: Sí

### **3.4.6.- Cámara domo videovigilancia**

Cámara Domo AHD 720P FULL HD, Sensor CMOS 1/4", 1,3 Megapíxeles, 720p, DNR, Antiniebla, Detección de movimiento, Zonas de enmascaramiento, HLC, BLC, Día / Noche real, Salida BNC PAL / NTSC seleccionable, 36 unidades de LEDs con alcance 30-35 metros, Nivel de protección IP66.

Especificaciones técnicas  
LENTE: 2.8 a 12 mm  
SENSOR: CMOS 1/4" 1.3 Megapíxeles  
SENSIBILIDAD: 0 Lux IR ON  
RESOLUCIÓN: 720p a 25fps  
ALIMENTACIÓN: 12 V DC  
TEMPERATURA DE USO: -20°C a +50°C  
HUMEDAD RELATIVA: 10% - 90%  
NUMERO DE LEDS: 36 unidades  
DISTANCIA: 30-35 metros  
BALANCE DE BLANCOS AUTOMÁTICO  
CONTROL DE GANANCIA AUTOMÁTICO  
DNR: 3D  
OSD: Sí  
OSD: Sí  
DNR: 3D  
WDR: Sí

#### **3.4.7.- Grabador digital 36 cámaras**

Grabador digital con soporte de hasta 36 cámaras. Soporta monitorización remota a tiempo real desde dispositivo móvil o navegador web. Algoritmo de compresión H.264 High Profile Visualization.

Detección inteligente: detección de movimiento, vídeo cegado y pérdida de vídeo .Configuración inteligente de cámara: zonas de enmascaramiento, bloqueo de cámara, ajustes de color y reproducción de títulos.

Muestra en pantalla el tipo de alarma: zumbador, presets PTZ, envío a email & FTP .Gestión inteligente de disco duro: hibernación en caso de que no haya uso, alarma de disco duro faltante, función RAID. Potente software de red: Servidor web instalado, cliente multi-DVR, SMS de acceso a red para monitorización remota en vivo, grabación, reproducción, configuración, estado del sistema, eventos de acceso, función e-mail & FTP.Soporta DHCP / PPPOE / FTP / DNS / DDNS / NTP / Alarma email / Gestión correcta IP / Búsqueda IP / funciones de control de alarmas por red / Soporta cliente web / cliente stand-alone y SDKCon sistema de sonido para proteger el circuito, triple sistema WATCHDOG

Especificaciones técnicas.  
ALIMENTACIÓN: 12 V DC  
CONSUMO: 20 W  
DISCO DURO: 1TB (ampliable a 4 TB)  
DIMENSIONES: 44 x 34.5 x 6 cm  
TEMPERATURA DE USO: 0°C a +55°C  
COMPRESIÓN: H.264 High Profile  
AUDIO: 1 entrada / 1 salida  
ALARMA: 12 entradas / 36 salidas

WIFI: Soportado  
PROTOCOLOS: DHCP / PPPOE / FTP / DNS / DDNS / NTP  
USB: 2

#### 4.- MEDICIÓN Y ABONO

Las instalaciones de sistema de control y telemando se mediarán y valorarán por las unidades ( Ud, m, ...) y alcance que figure en el Cuadro de Precios nº 1, que se refiere siempre a unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento en su concepción de unidad totalmente terminada.

En Madrid, julio de 2020

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.  
Colegiado N° 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Dña. Alicia Esteban Pedregal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 34.296

Examinado y conforme.  
El Director del proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme.  
El jefe de área de proyectos y expropiaciones



D. Daniel Gálvez Cruz

Vº.Bº.  
El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá

# **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

## **AMBIENTALES**



## ÍNDICE

1.. CONSIDERACIONES PREVIAS. NORMATIVA.....	1
2.. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES AMBIENTALES.....	5
2.1 PROTECCIÓN DE LA ATMOSFERA. RIEGOS PERIÓDICOS	5
2.1.1 Definición.	5
2.1.2 Tipos.	6
2.1.3 Medición y abono.	6
2.2 PROTECCIÓN DEL SUELO. JALONAMIENTO	6
2.2.1 Definición.	6
2.2.2 Tipos.	6
2.2.3 Medición y abono.	6
2.3 PROTECCIÓN DEL SUELO. RETIRADA Y EXTENSIÓN DE TIERRA VEGETAL	6
2.3.1 Definición.	6
2.3.2 Tipos.	6
2.3.3 Medición y abono.	6
2.4 PROTECCIÓN DEL SUELO. LIMPIEZA Y RETIRADA DE ESCOMBROS	6
2.4.1 Tipos.	6
2.4.2 Medición y abono.	6
2.5 PROHIBICIÓN DE CIRCULACIÓN FUERA DE LA ZONA DE OBRAS	7
2.5.1 Ejecución	7
2.5.2 Medición y abono	7
2.6 PROTECCIÓN DEL MEDIO HÍDRICO. BARRERAS DE RETENCIÓN	7
2.6.1 Condiciones generales	7
2.6.2 Medición y abono	7
2.7 PROTECCIÓN DEL MEDIO HÍDRICO. BALSAS DE DECANTACIÓN	7
2.7.1 Condiciones generales	7
2.7.2 Medición y abono	7
2.8 PROTECCIÓN DEL MEDIO HÍDRICO	7
2.8.1 Condiciones generales	7
2.8.2 Medición y abono	7
2.9 FLORA Y FAUNA	8
2.9.1 Condiciones generales	8
2.9.2 Medición y abono	8

---

2.10 RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR LAS OBRAS	8
2.10.1 Medición y abono	8
2.11 APORTE Y EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL	9
2.11.1 Definición	9
2.11.2 Condiciones generales	9
2.11.3 Condiciones del proceso de ejecución	9
2.11.4 Medición y abono	11
2.12 SIEMBRAS E HIDROSIEMBRAS	11
2.12.1 Definición	11
2.12.2 Condiciones Generales	11
2.12.3 Condiciones del proceso de ejecución	12
2.12.4 Medición y Abono	13
2.13 PLANTACIONES	13
2.13.1 Definición	13
2.13.2 Condiciones del Proceso de Ejecución	14
2.13.3 Operaciones posteriores a la plantación	17
2.13.4 Reposición de plantas	17
2.13.5 Medición y Abono	17
2.14 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	17
2.14.1 Definición	17
2.14.2 Condiciones generales	17
2.14.3 Contenido de los informes técnicos del PVA	18
2.14.4 Medición y abono	19
2.15 VIGILANCIA ARQUEOLÓGICA DURANTE LAS OBRAS	19
2.15.1 Definición	19
2.15.2 Ejecución	21
2.15.3 Medición y abono	22
2.16 GESTIÓN DE RESIDUOS	22
2.16.1 Condiciones generales	22
2.16.2 Obligaciones del productor de residuos	22
2.16.3 Obligaciones del poseedor de residuos en obra	24
2.16.4 Medición y abono	28

## 1 CONSIDERACIONES PREVIAS. NORMATIVA

A continuación se señala la principal legislación ambiental de aplicación al presente proyecto.

### ➤ RESPECTO A LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Ámbito estatal:

- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

Ámbito autonómico:

- Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

### ➤ RESPECTO A LAS AGUAS

Ámbito estatal:

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, VI, y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

Ámbito autonómico:

- Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía.

### ➤ RESPECTO A LAS ESPECIES PROTEGIDAS E INVASORAS

Ámbito estatal:

- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Orden TEC/596/2019, de 8 de abril, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Ámbito autonómico:

- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres.
- Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats.
- ACUERDO de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueban los planes de recuperación y conservación de determinadas especies silvestres y hábitats protegidos.
- ACUERDO de 13 de marzo de 2012, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueban los planes de recuperación y conservación de determinadas especies silvestres y hábitats protegidos.



- Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. Se modifica los arts. 5 y 7; la disposición transitoria 4; el anexo y las referencias indicadas, por Real Decreto 216/2019, de 29 de marzo.

#### ➤ RESPECTO A LOS RECURSOS NATURALES Y LOS ESPACIOS PROTEGIDOS

##### Ámbito estatal:

- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

##### Ámbito autonómico:

- Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.

#### ➤ RESPECTO AL PATRIMONIO CULTURAL

##### Ámbito estatal:

- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- La ley 3/1995, de 23 de marzo, de vías pecuarias.

##### Ámbito autonómico:

- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Ley 3/2017, de 2 de mayo, de regulación de los senderos de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Acuerdo de 27 de marzo de 2001, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan para la Recuperación y Ordenación de la Red de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

#### ➤ RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN

##### Ámbito estatal:

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. Se actualiza lo indicado del anexo IV, por Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre.

##### Ámbito autonómico:

- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo

Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética

- Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía.
- Acuerdo de 9 de enero de 2020, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación del Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC).
- la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental

#### ➤ AGUAS RESIDUALES

Ámbito estatal:

- Plan Nacional de Calidad de Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas
- Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas

Ámbito autonómico:

- Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía

#### ➤ LÍNEAS ELÉCTRICAS

Ámbito estatal:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Ámbito autonómico:

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.

#### ➤ GESTIÓN DE RESIDUOS Y LODOS

Ámbito estatal:

- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, IPPC y la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden AAA/699/2016, de 9 de mayo, por la que se modifica la operación R1 del anexo II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

- Real Decreto 1802/2008, de 3 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Orden APM/1007/2017, de 19 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario
- Orden AAA/1072/2013, de 7 de junio, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y residuos de Envases.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997 de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su desarrollo y ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Orden AAA/1783/2013, de 1 de octubre, por la que se modifica el anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y residuos de Envases, aprobado por Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Orden MAM/3624/2006, de 17 de noviembre, por la que se modifican el Anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril y la Orden de 12 junio de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados
- Orden ARM/795/2011, de 31 de marzo, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 710/2015, de 24 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 943/2010, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos (modificado por el RD 710/2015 de 24 de julio).

- Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. (Modificado por el RD 1304/2009 de 31 de julio y Orden AAA/661/2013 de 18 de abril).
- Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- REAL DECRETO 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

Ámbito autonómico:

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 18/2015, de 27 de enero, por el que se aprueba el reglamento que regula el régimen aplicable a los suelos contaminados.
- Orden de 6 de agosto de 2018, conjunta de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la utilización de lodos tratados de depuradora en el sector agrario.
- Decreto 503/2004, de 13 de octubre, por el que se regulan determinados aspectos para la aplicación de los Impuestos sobre emisión de gases a la atmósfera y sobre vertidos a las aguas litorales.

➤ **NORMATIVA MUNICIPAL DE CARÁCTER AMBIENTAL**

- Ordenanza Reguladora de Gestión de Medio Ambiente de San Roque
- Ordenanza Gestión de Residuos Sólidos y Limpieza Viaria de San Roque
- Ordenanza de gestión de zonas ajardinadas y arbolado viario del municipio de San Roque (Cádiz).
- Ordenanza nº 3 zonas verdes y arbolado urbano de Los Barrios (Cádiz).
- Ordenanza nº 10 ordenanza de residuos y de higiene urbana de Los Barrios (Cádiz)

## **2 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES AMBIENTALES**

Las actuaciones ambientales se corresponderán con todas aquellas definidas en el Anejo-13 Ambiental, y el Anejo-17: Gestión de Residuos.

### **2.1 PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA. RIEGOS PERIÓDICOS**

#### **2.1.1 Definición.**

Con el fin de prevenir y/o minimizar la concentración de partículas sólidas en suspensión (polvo) se llevará a cabo la humectación de las zonas de trasiego de maquinaria. El riego con agua disminuye notablemente la tasa de emisión de polvo gracias a la creación de una película de humedad,

que actúa cohesionando los granos disgregados de la superficie de pistas. Se trata de mantener el sustrato en las condiciones de humedad requeridas para evitar la formación de polvo cuando se produzcan las operaciones de obra que lo puedan ocasionar.

### **2.1.2 Tipos.**

El agua para el riego de protección atmosférica deberá cumplir las mismas condiciones que las especificadas para el agua de riego de siembras y plantaciones. Esta medida consiste en el riego periódico de las superficies de explanación del trazado, de caminos de acceso a obra, zonas de instalaciones auxiliares, y en general en todas aquellas zonas en las que tengan lugar movimiento o tránsito de maquinaria o vehículos.

La frecuencia general recomendada es un riego (mañana) durante el verano. La dotación de cada riego se estima entre 0,5 y 1 l/m<sup>2</sup>. La frecuencia de riego será particularizada para la obra en función de las condiciones climatológicas, la humedad del suelo y las operaciones que se realicen en cada momento.

### **2.1.3 Medición y abono.**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## **2.2 PROTECCIÓN DEL SUELO. JALONAMIENTO**

### **2.2.1 Definición.**

El jalonamiento a emplear en la obra servirá de delimitación de las zonas destinadas a instalaciones auxiliares de obra y a parques de maquinaria. Es una señalización que en ningún caso deberá ser traspasada por maquinaria de obra.

### **2.2.2 Tipos.**

Jalonamiento de protección formado por barras de acero corrugado de 2m clavadas al terreno cada 3 m, y unidas por una cinta de balizamiento plástica y una malla de balizamiento plástica.

### **2.2.3 Medición y abono.**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## **2.3 PROTECCIÓN DEL SUELO. RETIRADA Y EXTENSIÓN DE TIERRA VEGETAL**

### **2.3.1 Definición.**

Se define el aporte y extendido de tierra vegetal como la operación de situar, en los lugares y cantidades indicadas en el Proyecto una capa de tierra vegetal procedente de la excavación en préstamos o de los acopios realizados.

### **2.3.2 Tipos.**

De retirada, apilado en montones de altura menor a tres metros y posterior extensión de la capa de tierra vegetal, por medios mecánicos.

### **2.3.3 Medición y abono.**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## **2.4 PROTECCIÓN DEL SUELO. LIMPIEZA Y RETIRADA DE ESCOMBROS**

### **2.4.1 Tipos.**

Limpieza y retirada de vertidos, papeles, plásticos, e inertes, así como escombros incluidos carga y transporte a vertedero autorizado a cualquier distancia, incluido canon de vertido, herramientas y medios auxiliares. Unidad global de aplicación a la totalidad de la obra, totalmente terminada y aprobada por la Dirección del Proyecto.

### **2.4.2 Medición y abono.**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## **2.5 PROHIBICIÓN DE CIRCULACIÓN FUERA DE LA ZONA DE OBRAS**

### **2.5.1 Ejecución**

Se evitará el uso de otros caminos de obra diferentes a los viales existentes en la actualidad, con prohibición expresa de circular fuera de las zonas destinadas a la realización de las obras. Se controlará el estricto cumplimiento de la prohibición de paso de vehículos y maquinaria más allá de la zona de obras. Tanto la Dirección de Obra como el responsable del Control Ambiental de la Obra velarán por el adecuado cumplimiento de esta medida, evitando que se traspasen los límites de la zona de obra.

### **2.5.2 Medición y abono**

En este caso corre por cuenta del contratista.

## **2.6 PROTECCIÓN DEL MEDIO HÍDRICO. BARRERAS DE RETENCIÓN**

### **2.6.1 Condiciones generales**

Se dispondrán barreras de retención de sedimentos para evitar el arrastre de sólidos por escorrentía superficial a cursos cercanos. Estos dispositivos tan sólo serán necesarios durante la fase de obra, y una vez finalizada ésta, serán retirados en su totalidad.

Consistirán en barreras de paja de 90 cm de altura y 150 cm de ancho, que se dispondrán entre el cauce y los lugares en que se ejecutan las obras necesarias para la realización de las actuaciones. Formadas por pacas de paja de cereal fijadas al terreno mediante estacas.

Para su instalación se abrirá una pequeña zanja de unos 10 cm de profundidad y la anchura necesaria para introducir la barrera y se fijará con dos estacas de madera. Después se debe realizar una ligera compactación del suelo en la parte que recibe los sedimentos para evitar sifonamientos.

El mantenimiento de las barreras de retención de sedimentos será el establecido en el documento de Plan de Vigilancia Ambiental. Destacar que después de cada aguacero deberá efectuarse una inspección y reparación de daños, así como la limpieza de los sedimentos cuando éstos alcancen una altura equivalente a la mitad de la barrera.

### **2.6.2 Medición y abono**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## **2.7 PROTECCIÓN DEL MEDIO HÍDRICO. BALSAS DE DECANTACIÓN**

### **2.7.1 Condiciones generales**

Siempre que sea posible se utilizará la tipología de balsa excavada en el terreno. Si esto no fuese posible se emplearían presas o diques de tierra, éstos se llevarán a cabo con materiales limpios, taludes de pendiente igual o menor a 2:1 y con la suma aritmética de los taludes aguas abajo y aguas arriba superior a 5:1. Las balsas estarán impermeabilizadas para minimizar las infiltraciones de sustancias contaminantes en el terreno. Se ubicarán junto a las instalaciones auxiliares temporales y zonas de acopio de tierras.

### **2.7.2 Medición y abono**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## **2.8 PROTECCIÓN DEL MEDIO HÍDRICO**

### **2.8.1 Condiciones generales**

Con objeto de proteger los cursos fluviales, se evitará el arrastre sedimentario de tierras y materiales procedentes de las obras. Se establece la prohibición de verter cualquier tipo de residuo a los cursos fluviales y a las vaguadas de la zona, debiendo velar por el estricto cumplimiento de esta medida el responsable del Control Ambiental de la Obra, así como la Dirección de Obra.

### **2.8.2 Medición y abono**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## **2.9 FLORA Y FAUNA**

### **2.9.1 Condiciones generales**

Se desarrollarán las medidas protectoras y correctoras de protección de la flora y fauna conforme se define en el Documento Ambiental, y en particular:

- Informe especializado ambiental a realizar por técnico competente consistentes en inventario de especies vegetales existente en la zona de actuación de actuación en el ámbito de actuación.
- Informe especializado ambiental a realizar por técnico competente consistentes en batida faunística en la zona de actuación en el ámbito.
- Incluidos gastos de desplazamiento y material de oficina
- Protección de árboles y arbustos
- Jalonamientos
- Protectores de fauna
- Informe y analítica de aguas
- Medidas de ruido y olores
- Otros definidos en el Documento Ambiental y PVA.

### **2.9.2 Medición y abono**

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## **2.10 RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR LAS OBRAS**

Con objeto de recuperar la zona de las instalaciones auxiliares se realizarán las siguientes operaciones:

1. Desmantelamiento de las instalaciones: se procederá al desarme y recogida del campamento.
2. Limpieza de los terrenos afectados: se llevará a cabo la adecuada gestión y eliminación de los residuos presentes en la obra. Los residuos inertes se llevarán al vertedero de inertes más cercano. Los residuos peligrosos deberán ser retirados por un gestor autorizado.
3. Preparación del terreno: previamente a la restauración de la zona indicada se eliminará, inicialmente, la zorra mediante una pala y, posteriormente, se realizará una descompactación del terreno mediante un tractor agrícola, el cual efectuará un escarificado superficial del terreno (hasta una profundidad de 20 cm).
4. Aporte de tierra vegetal: se someterá a un aporte de tierra vegetal, el cual procederá, fundamentalmente, de la retirada de la misma al inicio de las obras. La aportación necesaria se extenderá uniformemente sobre el suelo hasta formar una capa del mismo espesor que la anterior. A continuación, se mezclarán ambas capas por medio del tractor y se regará ligeramente la mezcla.

Se deberá evitar el paso de maquinaria pesada que pueda ocasionar la compactación de la capa extendida, especialmente si la tierra está húmeda, por lo que el extendido debe realizarse con conducción marcha atrás. Los puntos 3 y 4, anteriormente descritos, serán también de aplicación para la zona de obras sobre la que haya circulado maquinaria y/o vehículos de obra.

### **2.10.1 Medición y abono**

Las actividades para el desarrollo de la restauración de los terrenos afectados e instalaciones de EDAR existentes han sido definidos en el cuadro de precios.

La medición y abono se realizará de acuerdo con el cuadro de precios nº1.

## 2.11 APORTE Y EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL

### 2.11.1 Definición

Consiste en las operaciones necesarias de excavación, retirada, acopio y mantenimiento y colocación de la tierra vegetal o suelos asimilados, sobre los lugares estimados en el proyecto para el acondicionamiento del terreno, incluidos los vertederos.

La ejecución de la unidad de obra incluye:

- Retirada de las capas aptas para su utilización como tierra vegetal según condiciones del Pliego.
- Carga y transporte a lugar de acopio autorizado o lugar de utilización.
- Depósito de la tierra vegetal en una zona adecuada para su reutilización.
- Operaciones de protección, evacuación de aguas y labores de mantenimiento en acopios a largo plazo.
- Acondicionamiento y mantenimiento del acopio.
- Aportación a la obra de tierra vegetal procedente de acopio.
- Extendido de la tierra vegetal.
- Tratamiento de la tierra vegetal si es el caso.

### 2.11.2 Condiciones generales

Se entiende por tierra vegetal todo aquel material procedente de excavación cuya composición físico-química y granulométrica permita el establecimiento de una cobertura herbácea permanente y sea susceptible de recolonización natural. Debe tenerse en cuenta que, en términos generales, se pretende simplemente crear las condiciones adecuadas para que pueda penetrar la vegetación natural, cuyo material genético, para ello, se encuentra en las proximidades. Esta vegetación es la que tiene más posibilidades de resistir y permanecer en unos terrenos donde no son posibles los cuidados de mantenimiento.

La tierra vegetal procederá de los acopios realizados en obra durante la ejecución de la unidad de Excavación y se realizará en toda la superficie de ocupación.

Se mantendrán acopios para la tierra vegetal y, por otro lado, los materiales asimilables que se excaven a lo largo de la obra.

Se rechazarán aquellos materiales cuyas características físico-químicas y granulométricas no cumplan los parámetros de control definidos en la tabla adjunta:

PARÁMETRO	RECHAZAR SI
PH	< 5,5 ó > 9
Nivel de carbonatos	> 30%
Sales solubles	> 0,6 % (con CO <sub>3</sub> Na) ó > 1 % (sin CO <sub>3</sub> Na)
Conductividad (a 25° C extracto a saturación)	> 4 mS/cm (> 6 ms/cm en caso de ser zona salina y restaurarse con vegetación adaptada)
Textura	Arcillosa muy fina (> 60% arcilla)
Estructura	Maciza o fundida (arcilla o limo compacto)
Elementos gruesos (> 2mm)	>30% en volumen

### 2.11.3 Condiciones del proceso de ejecución

No se han de empezar los trabajos hasta que la Dirección de la Obra no dé la aprobación al plan de trabajo. En el mismo han de figurar las zonas en que se ha de extraer la tierra vegetal y los lugares



escogidos para el acopio, de forma coordinada con la ejecución del desbroce.

La excavación de tierra vegetal se simultaneará con el desbroce siempre que ello sea posible, a fin de incluir los restos de vegetación existente. En todo caso, se procurará no mezclar los diferentes niveles, con objeto de no diluir las propiedades de las capas más fértiles.

Durante la ejecución de las operaciones de excavación y formación de acopios se ha de utilizar maquinaria ligera para evitar que la tierra vegetal se convierta en fango, y se evitará el paso de los camiones por encima de la tierra acopiada.

El acopio de la tierra vegetal se realizará a lo largo de todo el trazado, exceptuando los cauces fluviales, los barrancos y vaguadas por la erosión hídrica que se produciría en caso de precipitaciones. La tierra vegetal se almacenará separadamente del resto de materiales originados como consecuencia de las obras. Los acopios de tierra vegetal no contendrán piedras, escombros o restos de troncos y ramas.

El acopio de tierra vegetal se llevará a cabo en los lugares elegidos, de forma que no interfiera el normal desarrollo de las obras y conforme a las siguientes instrucciones:

- Se hará formando caballones o artesas, cuya altura se mantendrá alrededor de los dos metros, con taludes laterales de pendiente no superior a 3H:2V. El almacenaje en caballones de más de 2 m de altura, podrá permitirse, previa autorización de la Dirección de la Obra, siempre que la tierra se remueva con la frecuencia conveniente.
- Se evitará el paso de camiones de descarga, o cualesquier otros, por encima de la tierra apilada.
- El modelado del caballón, si fuera necesario, se hará con un tractor agrícola que compante poco el suelo.
- Se harán ligeros ahondamientos en la capa superior de la artesa acopio, para evitar el lavado del suelo por la lluvia y la deformación de sus laterales por erosión, facilitando al mismo tiempo los tratamientos que hubieren de darse.

Cuando el acopio vaya a permanecer largo tiempo deberán hacerse las siguientes labores de conservación:

- Restañar las erosiones producidas por la lluvia.

- Mantener cubierto el caballón con plantas vivas, leguminosas preferentemente por su capacidad para fijar nitrógeno.

La aportación y el extendido de tierra vegetal, junto con sus correctores si es el caso, será uniforme sobre la totalidad de superficie indicada en el Proyecto.

Se dará prioridad, en cuanto al reparto de la tierra vegetal disponible, a las zonas más visibles, zonas próximas a cursos fluviales y fondos de valles, aledaños de pasos de fauna y zonas ajardinadas.

El extendido de la tierra vegetal se deberá programar de manera que se minimicen los tiempos de permanencia de superficies desnudas y de almacenamiento de los materiales.

Las superficies sobre las que se extenderá la tierra vegetal se escarificarán ligeramente con anterioridad, a fin de conseguir una buena adherencia de esta capa con las inferiores y evitar así efectos erosivos.

El extendido de tierra vegetal se realizará con maquinaria que ocasione una mínima compactación y con un espesor mínimo de 35cm. Si utilizando este espesor hay tierra vegetal sobrante, se aumentará el espesor hasta agotar la totalidad de la tierra vegetal acopiada en la obra.

Una vez retirada la tierra vegetal de los acopios, los terrenos ocupados deberán quedar limpios y en situación similar a la que tenían antes de realizar el acopio.

Una vez que la tierra vegetal se halle extendida y hasta el momento de las siembras, el Contratista cuidará de realizar las labores necesarias para protegerla frente a las escorrentías superficiales.

#### **2.11.4 Medición y abono**

Según indica el Cuadro de Precios nº 1.

### **2.12 SIEMBRAS E HIDROSIEMBRAS**

#### **2.12.1 Definición**

La siembra consiste en distribuir la semilla de forma homogénea en el suelo y recubrirla con un material de recebo que permita su germinación y facilite su instalación. La hidrosiembra consiste en distribuir, de forma uniforme sobre el terreno, las semillas a implantar, en suspensión o en disolución acuosa y mezclada con otros materiales que ayudan a su implantación.

#### **2.12.2 Condiciones Generales**

##### **2.12.2.1 Semillas**

La provisión de las semillas se realizará mediante su adquisición en centros oficiales o instituciones análogas o, en todo caso, en empresas de reconocida solvencia. Un examen previo ha de demostrar que se encuentran exentas de impurezas, granos rotos, defectuosos o enfermos, así como de granos de especies diferentes a la determinada. En general, se han de cumplir las especificaciones del “Reglamento de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas”.

En particular se verificará por parte del Director Ambiental que no esté parasitada por insectos, no exista contaminación por hongos ni signos de haber sufrido enfermedad micológica alguna.

Cada especie se suministrará en envases sellados o en sacos cosidos, aceptablemente identificados y rotulados, para certificar las características de la semilla.

Cuando el Director Ambiental lo considere oportuno se tomarán muestras para su análisis; la toma de muestra se ha de realizar con una sonda tipo Nobbe.

##### **2.12.2.2 Cama de Siembra**

Antes de proceder a la siembra, la tierra vegetal debe quedar acondicionada para recibirla, alisada y libre de compactaciones que hagan peligrar la nascencia.

##### **2.12.2.3 Aguas de Riego**

La calidad del agua de riego ha de estar de acuerdo con el tipo de suelo y con las exigencias de las especies a sembrar. En principio se pueden aceptar como apropiadas las aguas destinadas al abastecimiento público.

Cuando no exista bastante información sobre la calidad del agua propuesta para su uso en riegos, se han de tomar las muestras necesarias para su análisis, que se ha de realizar en laboratorios oficiales. Se cumplirán las condiciones especificadas en el presente Pliego para el Riego de arraigo de plantaciones.

##### **2.12.2.4 Materiales de Cobertura**

El material de cobertura estará destinado a cubrir y proteger la semilla y el suelo; ha de estar finamente dividido, sin grumos o terrones en cantidad apreciable, ha de contener un elevado porcentaje de materia orgánica, mayor del 5% en peso y, tomar un color negruzco, derivado de estas propiedades. Su relación C/N no ha de ser  $\leq 15$ , a menos que se prevea una fertilización nitrogenada compensatoria. En caso de utilizar estiércol deberá estar muy maduro, de color oscuro y previamente desmenuzado hasta un grado que permita un recubrimiento uniforme sin necesidad de otras operaciones complementarias a su distribución.

Cuando se utilicen materiales destinados a una protección mecánica, como la turba o, exclusivamente a servir de cobertura como virutas de madera, los restos de corteza, etc. han de cumplir los requisitos de medidas lo bastante finas como para conseguir una distribución uniforme ante la percusión de las gotas de la lluvia, el riego por aspersión y para provocar un efecto de frenado sobre las aguas de escorrentía que eventualmente se puedan originar en los taludes de cierta pendiente.

### **2.12.3 Condiciones del proceso de ejecución**

Tanto los trabajos de acondicionamiento del terreno como los correspondientes a la propia siembra se han de realizar en las épocas del año más oportunas, teniendo en cuenta tanto los factores de temperatura como los de precipitación. Las mejores épocas para la siembra coincidirán con los comienzos de la primavera y el final del otoño.

#### **2.12.3.1 Siembra**

La forma de realizar la siembra será preferentemente la siguiente:

Se llevará a cabo en dos mitades: una, avanzando en una dirección cualquiera, y la otra perpendicularmente a la anterior; a continuación se cubre con el material previsto.

La siembra se hará a voleo y por personal cualificado, capaz de hacer una distribución uniforme de la semilla, o por medio de una sembradora. Para facilitar la distribución de semillas pueden mezclarse con arena o tierra muy fina en la proporción de uno a cuatro (1:4) en volumen.

Todas estas operaciones podrán reducirse a una sola cuando se den garantías de una buena distribución de la semilla en una sola pasada y cuando no importe que las semillas queden tapadas muy someramente.

Deben tomarse además las siguientes precauciones:

En pendiente, se sembrarán en sentido ascendente y se distribuirá más semilla en la parte elevada.

También se aumentará la cantidad de semilla en el límite de las zonas a sembrar.

Extender la siembra unos centímetros más allá de su localización definitiva.

#### **2.12.3.2 Hidrosiembra**

La hidrosiembra es un procedimiento especialmente adecuado para el tratamiento de grandes superficies y para la siembra en taludes de fuertes pendientes o de acceso difícil donde otros medios de operación directa resultan menos eficaces.

Desde el momento en que se mezclan las semillas hasta el momento en que se inicia la operación de siembra no transcurrirán más de 20 min.

El cañón de la hidrosembradora se situará inclinado por encima de la horizontal.

La hidrosiembra se realizará a través del cañón de la hidrosembradora, si es posible el acceso hasta el punto de siembra, o en caso contrario, por medio de una o varias mangueras enchufadas al cañón. La expulsión de la mezcla se realizará de tal manera que no incida directamente el chorro en la superficie a sembrar para evitar que durante la operación se produzcan movimientos de finos en el talud y describiendo círculos, o en zig-zag, para evitar que la mezcla proyectada escurra por el talud. La distancia entre la boca del cañón (o de la manguera) y la superficie a tratar es función de la potencia de expulsión de la bomba, oscilando entre los 20 y 50 metros, y deberá ajustarse en obra, realizando las pruebas pertinentes a fin de evitar los efectos antes indicados.

A criterio de la D.O. se considerará la posibilidad de dar dos pasadas de hidrosiembra con dosificaciones más ligeras en lugar de una sola. En este caso, se podrá realizar un repaso a los 6 meses de la siembra inicial.

En el caso de taludes cuya base no sea accesible, debe recurrirse a situar mangueras de forma que otro operador pueda dirigir el chorro desde abajo. Esta misma precaución se ha de tomar cuando hay vientos fuertes, o tenga lugar cualquier otra circunstancia que haga previsible una distribución imperfecta cuando se lanza el chorro desde la hidrosembradora.

Se protegerá la plataforma de contaminación con la mezcla de la hidrosiembra (lonas, planchas de madera, etc.).

En el caso de que la mezcla fértil utilizada en la hidrosiembra contaminara la plataforma, será

responsabilidad del contratista el proceder a su limpieza.

Para la realización de la hidrosiembra se procederá de acuerdo con lo definido en el anejo de restauración vegetal en lo que respecta a especies a utilizar, composición de la hidrosiembra, dosis de los diferentes componentes, época de realización, labores de mantenimiento, etc.

El contratista se compromete a sembrar aquellas zonas donde el porcentaje de la superficie de zonas desnudas en relación a la superficie total de hidrosiembra sea superior al 3% y, en todo caso, cualquier superficie unitaria sin vegetación superior a 3 m<sup>2</sup>. El muestreo se realizará sobre parcelas de un metro de ancho y de toda la altura del talud.

En caso de superarse estos valores límite, se procederá a realizar un estudio de las posibles causas de los resultados negativos. Se podrá cambiar la mezcla de componentes para la resiembra en función de los resultados obtenidos, siempre ante la autorización de la Dirección Ambiental de Obra.

#### Riegos

Las superficies sembradas/hidrosembadas deber ser objeto de riegos, siendo necesario determinar la dotación en número y dosis de agua adecuados.

Los riegos se han de ejecutar siempre que exista duda de que las disponibilidades de agua para las semillas en germinación y, para las plantas en desarrollo, sean insuficientes, de forma que se tengan unas condiciones que permitan alcanzar los valores finales posibles de acuerdo con el grado de impureza y poder germinativo previstos.

Los primeros riegos de las zonas sembradas se realizarán en forma de lluvia fina, para evitar que sea arrastrada mucha semilla y haga perder uniformidad al acumularse en determinados sitios, produciéndose calvas en otros.

La aportación de agua se realizará de forma que llegue al suelo de manera suave, en forma de lluvia fina, de tal manera que no arrastre ni la semilla ni los materiales complementarios utilizados, vaciando zonas y recargando otras.

Las dotaciones de los riegos serán tales que no se produzcan escorrentías apreciables, en todo caso se han de evitar el desplazamiento superficial de las semillas y materiales, así como el descalzamiento de las plantas jóvenes.

El número de riegos será tal que garantizando el éxito de la siembra no cree unas condiciones de exigencia en las especies que no van a poder ser proporcionadas en la conservación. Ha de tenerse en cuenta que se pretende solo mantener las plantas vivas y obligarles a generar un sistema radicular que les permita soportar las condiciones climáticas naturales.

El momento de ejecución de los riegos se determinará teniendo en cuenta las condiciones climáticas y ambientales reales que tienen lugar después de efectuada la siembra o hidrosiembra. Los momentos del día más indicados para regar son las últimas horas de la tarde y las primeras de la mañana. La Dirección Ambiental de Obra podrá autorizar variaciones en la frecuencia y dosis del riego, cuando las condiciones ambientales así lo justifiquen.

#### **2.12.4 Medición y Abono**

Esta unidad se abonará según los precios del Cuadro de Precios N° 1

### **2.13 PLANTACIONES**

#### **2.13.1 Definición**

Consiste en las operaciones necesarias para el suministro y colocación de las plantas en los hoyos de plantación.

La ejecución de la unidad de obra incluye:

- Carga, transporte desde el vivero y descarga a pie de obra, transporte de la planta desde el lugar de acopio al hoyo

- Replanteo
- Apertura de hoyo con acopio de la tierra a extraída a pie de hoyo
- Colocación de la planta en el hoyo
- Relleno de tierra vegetal en mezcla con la tierra sobrante y compactado del fondo del hoyo y del lateral de la planta
- Apisonado del hoyo de plantación
- Extendido del material sobrante
- Primer riego hasta su asentamiento.
- Confección del alcorque de riego.
- Entutorado y anclaje de la planta mediante rollizo de madera

Nota: Los árboles que en el transporte u operaciones de plantación hayan sido dañados, deberán ser sustituidos a cargo del Contratista, inmediatamente, si así lo ordenara la Dirección de Obra.

### **2.13.2 Condiciones del Proceso de Ejecución**

#### **2.13.2.1 Replanteo**

El Ingeniero encargado de las obras hará sobre el terreno la comprobación del replanteo general de las mismas, y los replanteos parciales de las distintas partes que sean necesarias durante el curso de su ejecución debiendo presenciar estas operaciones el Contratista, el cual se hará cargo de las marcas, señales, estacas y referencias que se dejen en el terreno. Del resultado de estas operaciones se levantarán actas que firmarán el Ingeniero y el Contratista.

Sin la autorización de la Dirección de Obra podrá el Contratista proceder a realizar operación alguna. Cuando el Contratista hubiera procedido así podrá la Dirección de Obra ordenar la demolición o destrucción de lo ejecutado sin que proceda abono alguno ni por la ejecución ni por la demolición.

De acuerdo con lo establecido en las disposiciones vigentes serán de cuenta del Contratista los gastos que origine el replanteo de las obras, a cuyo efecto la Dirección de Obra formulará el presupuesto de gastos.

#### **2.13.2.2 Precauciones previas a la plantación**

Antes de "presentar" la planta, se echará en el hoyo la cantidad precisa de tierra para que el cuello de la raíz quede luego a nivel del suelo o ligeramente más bajo. Sobre este particular, que depende de la condición del suelo y de los cuidados que puedan proporcionarse después, se tendrá en cuenta el asiento posterior del aporte de tierra, que puede establecerse como término medio alrededor del quince por ciento (15%).

En la orientación de las plantas se seguirán las normas que a continuación se indican:

- Los ejemplares de gran tamaño se colocarán con la misma orientación que tuvieran en origen.
- En las plantaciones aisladas, la parte menos frondosa se orientará hacia el Sudoeste para favorecer el crecimiento del ramaje al recibir el máximo de luminosidad.
- Sin perjuicio de las indicaciones anteriores, la plantación se hará de modo que el árbol presente su menor sección perpendicularmente a la dirección de los vientos dominantes. En caso de ser estos vientos frecuentes e intensos, es conveniente efectuar la plantación con una ligera desviación de la vertical, en sentido contrario al de la dirección del viento.

#### **2.13.2.3 Preparación del terreno**

Se distinguirán dos tipos: manual o mecanizada, en función de la profundidad que alcance la preparación del suelo y del tipo de planta, así para aquella de porte grande, se realizará mediante la apertura de hoyos con retroexcavadora, mientras que para el resto de las plantas la preparación del terreno consistirá en una apertura manual..

\* Apertura manual de hoyos.

Se trata de una preparación puntual del terreno, por excavación manual de los hoyos con herramientas tales como azada, pico, zapapico y pala, extrayendo la tierra con azada y depositándola en su proximidad.

Se trabajará cuando el terreno tenga buen tempero y sin heladas.

La labor manual consistirá en la apertura de hoyos de 50 cm. de profundidad, y 50x50 cm. de superficie, o aquellas que sean especificadas en el cuadro de precios función del tamaño de la especie.

La disposición espacial de los hoyos se hará procurando distribuir las planta regularmente.

\* Apertura de hoyos mediante retroexcavadora.

Tras marcado previo, se abrirán hoyos de dimensiones especificadas en el cuadro de precios según el tipo de especie y tamaño.

La operación se realiza mediante una retroexcavadora de cadenas o de neumáticos de 51/70 CV y anchura de pala de al menos 0,5 m. entre los dientes extremos. En cada hoyo la máquina clava el cazo, gira, levanta y deposita la tierra extraída al borde mismo del hoyo, repitiendo la operación hasta alcanzar las dimensiones deseadas. La pendiente máxima de trabajo, no debe superar el 25%. La máquina deberá estar provista de cabina antivuelco y el operario ir provisto de cinturón de seguridad.

Normas generales de plantación

a) Dimensionado de los hoyos de plantación

El dimensionado mínimo general para el hoyo destinado a las plantaciones de arbolado y arbustos es el siguiente:

- 1,00 x 1,00 x 1,00 m. para arbolado con cepellón escayolado, en contenedor y raíz desnuda de dimensión mayor de 2 m de altura.
- 0,70 x 0,70 x 0,70 m. para arbolado en contenedor o a raíz desnuda menores de 2 m de altura
- 0,50 x 0,50 x 0,50 m. para arbustos en general.
- 0,20 x 0,20 x 0,20 m. para vivaces, aromáticas y tapizantes.

Se deberá abrir el hoyo con la suficiente antelación sobre la plantación para favorecer la meteorización de las tierras.

La dimensión a adoptar será la definida en el Cuadro de Precios para cada especie.

b) Plantación propiamente dicha

En todos los procedimientos se asegurará que no existen cavones o bolsas de aire en el interior del perfil edáfico, para lo cual, en función del procedimiento de preparación del suelo empleado, es conveniente dejar pasar un cierto tiempo entre la ejecución de la preparación y la plantación.

La raíz de la planta debe quedar siempre recta y nunca doblada, por lo que la profundidad de la cata u hoyo de plantación debe tener una longitud superior al menos en 5 cm. que la del envase o sistema radical de la planta a raíz desnuda.

El cuello de la raíz de la planta quedará entre 2 y 5 cm. por debajo de la superficie del suelo, lo que también se puede conseguir realizando un ligero aporcado. El objetivo de esta práctica es doble, profundizar al máximo el arraigo y defender los sensibles tejidos del cuello de la raíz de las altas temperaturas.

La parte aérea quedará vertical y liberada de terrones que puedan deformar o tapar ramillas.

\* Plantación de especies de porte pequeño.

La plantación de la planta de porte pequeño se realizará manualmente, mediante la apertura de

un pequeño hoyo de profundidad algo superior a la del cepellón (eliminación previa del envase), dejando en su fondo un espesor de entre 10-30 cm. de tierra movida. Se dejarán pocetas perimetrales para facilitar la captación de agua.

Una vez realizada la plantación, el terreno debe ser pisado para conseguir que las raíces queden en contacto pleno con el suelo y evitar así la formación de bolsas de aire.

\* Plantación de especies de porte grande.

Una vez preparado el hoyo las tierras extraídas serán colocadas al borde del mismo, utilizándose para el relleno posterior, junto a un porcentaje de tierra vegetal cribada en una proporción del 25%, en el caso de árboles y un 50% en el caso de arbustos, de la capacidad total del hoyo.

En el caso de la planta a raíz desnuda, previamente a la plantación se procederá a eliminar las raíces dañadas por el arranque o por otras razones, cuidando de conservar el mayor número posible de raicillas, y a efectuar el pralinage, operación que consiste en sumergir las raíces inmediatamente antes de la plantación, en una mezcla de arcilla, abono orgánico y agua (a la que cabe añadir una pequeña cantidad de hormonas de enraizamiento) que favorece la emisión de raicillas e impide la desecación del sistema radical.

El hoyo se rellenará en cantidad suficiente para que el asentamiento posterior no origine diferencias de nivel, tras la plantación será necesario un riego abundante que expulse el aire y facilite, por la compactación producida, el contacto de las raicillas con el suelo.

En el trasplante de planta con cepellón, éste debe estar sujeto de forma conveniente para evitar que se agriete o se desprenda. La Dirección de Obra determinará si las envolturas pueden quedar en el interior del hoyo o deben retirarse. En todo caso, la envoltura se desligará, una vez colocada la planta en el interior del hoyo.

#### c) Momento de la plantación

La plantación debe realizarse, en lo posible, durante el período de reposo vegetativo, en este caso los meses de septiembre, octubre y noviembre, pero evitando los días de posible helada. La plantación realizada en otoño presenta ventajas en los climas de largas sequías estivales y de inviernos suaves, porque al llegar el verano la planta ha de emitir ya raíces nuevas y estará en mejores condiciones para afrontar el calor y la falta de agua.

Por razón de especie, la época de plantación se determina teniendo en cuenta que las frondosas desarrollan el sistema radical en invierno y las coníferas no, por lo que si es posible climáticamente, es recomendable adelantar la plantación todo lo posible cuando se emplean frondosas y es indiferente retrasar a la primavera cuando se trata de coníferas.

Como norma general diremos que hay que alejarse lo más posible de la floración, esto es en aquellas especies de floración primaveral temprana es muy aconsejable el transplante a la salida del verano, y las que tienen una floración primaveral tardía les conviene un transplante al principio de la primavera. Si se presenta la necesidad de plantarlas cuando su foliación ha comenzado, la operación se llevará a cabo, en ese caso, tomando las siguientes precauciones adicionales:

Poda fuerte de la parte aérea, en el caso de frondosas, para facilitar la tarea del sistema radical, procurando, sin embargo, conservar la forma del árbol.

Supresión de las hojas ya abiertas, cuidando, no obstante, de no suprimir las yemas que pudieran existir en el punto de inserción.

Utilización de estimulantes del enraizamiento.

Protección del tronco contra la desecación.

Acollado de la base de los troncos de los árboles y arbustos hasta una altura de 20 cm. para éstos últimos y de 40 cm. para los primeros.

Riegos frecuentes en el hoyo, y sobre troncos y ramas.

#### Disposición y densidad de las plantaciones

Las densidades de plantación se atenderán a las especificadas en el Apéndice de Integración paisajística.

#### **2.13.3 Operaciones posteriores a la plantación**

Es preciso proporcionar agua abundantemente a la planta en el momento de la plantación y hasta que se haya asegurado el arraigo. (25 litros por planta y riego). El riego no provocará el descalzamiento de la planta ni se producirá lavado del suelo

Debe vigilarse la verticalidad del arbolado después de una lluvia o de un riego copioso y proceder, en su caso, a enderezar el árbol.

Se efectuará un alcorque, consistente en la confección de un hueco en la superficie, con centro en la planta, formando un caballón horizontal alrededor de unos 25 cm. de altura que permita el almacenamiento de agua. Su diámetro será proporcional a la planta. La realización de este trabajo, se considerará incluida en la plantación.

Una vez realizada la plantación se realizará el entutorado de la planta mediante el anclaje de un rollizo de madera tratada de altura 1,5 m y diámetro de 5 cm, para conseguir el crecimiento vertical de la planta.

#### **2.13.4 Reposición de plantas**

Abarca las siguientes operaciones:

Arranque y eliminación de la planta inservible

Reapertura del hoyo.

Nueva plantación de una planta equivalente a la que existía antes en el mismo lugar.

Confección de alcorque.

Primeros riegos.

Afianzamiento si fuera necesario.

Limpieza del terreno.

La reposición de plantas muertas en el período de garantía, se hará por cuenta del Contratista.

#### **2.13.5 Medición y Abono**

Se abonará de acuerdo con los precios del Cuadro de Precios N° 1.

### **2.14 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

#### **2.14.1 Definición**

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es requisito indispensable para el cumplimiento de la normativa sobre evaluación de impacto.

El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el Estudio de Efectos Ambientales y Plan de Gestión Medioambiental.

#### **2.14.2 Condiciones generales**

En un nivel mayor de concreción los objetivos de PVA son los siguientes:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en el proyecto de integración ambiental y su adecuación a los criterios de integración ambiental establecidos de acuerdo con el Estudio de Efectos Ambientales y Plan de Gestión Medioambiental

- Verificar los estándares de calidad de los materiales (tierra, plantas, agua, etc.) y medios empleados en el proyecto de integración ambiental.



- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas.
- Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
- Detectar impactos no previstos en el Estudio de Efectos Ambientales y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Informar sobre los aspectos objeto de vigilancia y ofrecerle un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
- Describir el tipo de informes y la frecuencia y período de su emisión que deben remitirse.

El plan de aseguramiento de la calidad del proyecto especificará el equipo responsable de la dirección ambiental de la obra.

### **2.14.3 Contenido de los informes técnicos del PVA**

#### **2.14.3.1 Fase de Obra**

Durante toda la fase de construcción de las obras, que comprende desde la fecha del Acta de Replanteo hasta la de Recepción, se redactará periódicamente unos informes para asegurar e informar del cumplimiento del Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental.

Estos informes consistirán en:

.-Informe antes del inicio de las obras:

Plan de seguimiento ambiental, para la fase de obras, presentado por la dirección de obra, con indicación expresa de los recursos materiales y humanos asignados.

Plan de aseguramiento de la Calidad, en lo que se refiere a calidad ambiental, presentado por el contratista adjudicatario de la obra, con indicación expresa de los recursos materiales y humanos asignados.

.- Informe paralelo al acta de comprobación del replanteo, sobre aspectos e incidencias ambientales.

.- Informes periódicos semestrales durante toda la fase de obras, en los que se detallará:

- Medidas de protección del sistema hidrológico.
- Medidas de protección del suelo.
- Medidas para la protección y conservación de la vegetación.
- Medidas para la protección y conservación de la fauna.
- Medidas protectoras y compensatorias de los espacios naturales protegidos.
- Resultado del seguimiento arqueológico de las obras y protección de las vías pecuarias.
- Medidas para la protección atmosférica.
- Medidas de gestión de residuos y de emplazamiento de vertederos.
- Medidas de defensa restauración ambiental.

.- Informe previo a la emisión del acta de recepción de las obras, en el que se deberán detallar al menos los siguientes aspectos:

- Medidas de protección del sistema hidrológico, realmente ejecutadas.
- Medidas de protección del suelo, realmente ejecutadas.
- Medidas para la protección y conservación de la vegetación.
- Medidas para la protección y conservación de la fauna.
- Medidas protectoras y compensatorias de los espacios naturales protegidos.

- Resultado del seguimiento arqueológico de las obras y protección de las vías pecuarias.
- Medidas para la protección atmosférica realmente ejecutadas.
- Medidas de gestión de residuos, y de emplazamiento de vertederos.
- Medidas de restauración ambiental.

Plan de Seguimiento Ambiental para la fase de explotación.

Se emitirá un informe especial, en la fase de construcción, cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones de riesgo que precisen de una actuación inmediata (lluvias torrenciales, etc.).

#### **2.14.3.2 Fase de Funcionamiento**

Durante el periodo de garantía de la fase de funcionamiento del proyecto, a contar dos años a partir de la emisión del Acta de recepción de las obras, se redactará periódicamente unos informes para asegurar e informar del cumplimiento del Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental.

.- Anualmente y durante tres años, a partir de la emisión del Acta de recepción de las obras:

- Informe sobre la efectividad de las medidas ejecutadas para protección del sistema hidrológico.
- Informe sobre la efectividad de las medidas ejecutadas para protección del suelo.
- Informe sobre la efectividad de las medidas ejecutadas para la protección y conservación de la vegetación.
- Informe sobre la efectividad de las medidas ejecutadas para la protección y conservación de la fauna.
- Informe sobre la efectividad de las medidas protectoras y compensatorias de los espacios naturales protegidos realmente ejecutadas.
- Informe sobre la efectividad de las medidas ejecutadas en el seguimiento arqueológico de las obras y protección de las vías pecuarias.
- Informe sobre la efectividad de las medidas ejecutadas para la protección atmosférica.
- Informe sobre la efectividad de las medidas ejecutadas para la protección del ruido en áreas habitadas.
- Informe sobre la efectividad de las medidas efectuadas para la gestión de residuos.
- Informe sobre la efectividad de las medidas efectuadas de restauración ambiental.
- Se emitirá un informe especial, en la fase de funcionamiento, cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones de riesgo que precisen de una actuación inmediata (lluvias torrenciales, etc.).

#### **2.14.4 Medición y abono**

Según indica el Cuadro de Precios nº 1.

### **2.15 VIGILANCIA ARQUEOLÓGICA DURANTE LAS OBRAS**

#### **2.15.1 Definición**

Dentro de este apartado se consideran los efectos producidos sobre los elementos del Patrimonio-Histórico Artístico presentes en el ámbito de estudio y los generados sobre las zonas arqueológicas y paleontológicas recogidas en el inventario.

Fase de construcción: La afección a los elementos del patrimonio histórico-artístico se podría deber a los movimientos de tierra que se realizarán durante el desarrollo de las obras y a la ocupación del terreno. Esta afección puede ser directa, si se produce la destrucción o eliminación del elemento, o parte

del mismo, e indirecta en el caso de que, debido a su proximidad, se altere el entorno ambiental del elemento generándose un efecto psicológico negativo sobre su uso al compartir su cuenca visual.

En la conducción estudiada los elementos inventariados se sitúan suficientemente alejados de la zona de las obras como para que el entorno donde se encuentran vaya a verse modificado y, por tanto, no cabe la posibilidad de afecciones directas ni indirectas.

Por tanto, el efecto sobre los elementos histórico-artísticos será: negativo, de intensidad baja, a corto plazo, temporal, reversible, indirecto, simple y recuperable. De acuerdo con los criterios de valoración se considera que el impacto que se produciría es compatible.

La afección sobre la arqueología se podría deber a la alteración que los movimientos de tierra a realizar ocasionen en los yacimientos presentes en la zona. En este sentido, aparentemente, no afecta a ninguno de los yacimientos catalogados en el término municipal por el que discurre el trazado. A pesar de ello y aunque no se sabe si las actuaciones pudieran descubrir ningún elemento con interés cultural, se contará durante la fase de construcción del proyecto con un técnico arqueólogo especialista. En caso de que la excavación de la obra descubriera algún nuevo hallazgo se dará constancia de ello, emprendiéndose un estudio que evaluará la importancia del mismo y permitirá determinar la manera de actuar.

Por lo tanto, se considera un efecto sobre los yacimientos arqueológicos caracterizado como: negativo, de intensidad baja, a corto plazo, temporal, irreversible, directo, simple e irrecuperable. De acuerdo con los criterios de valoración, se considera que el impacto que se producirá resulta ser compatible.

Fase de explotación: en la fase de uso no se aprecian nuevos efectos y no se realizan nuevas acciones que puedan afectar al patrimonio.

Como medidas correctoras, en general, para todo el conjunto del proyecto de acondicionamiento, que debe aplicarse en toda la zona abarcada por las futuras obras, cabe señalar lo siguiente:

- ✓ Debe comunicarse con antelación, al equipo de arqueólogos encargados del control y seguimiento de los trabajos arqueológicos, tanto en la ubicación de las posibles áreas de acopio, como cualquier otro trabajo no incluidos en la planimetría o en el proyecto, en previsión de posibles elementos patrimoniales, actualmente no identificado, que pueden verse afectados por la ejecución de las obras.
- ✓ Llevar a cabo una revisión detallada de todo lo el replanteo previo de las obras, para verificar que estas no afectan sobre elementos no recogidos en el Estudio de Impacto Cultural, por no resultar visibles en la actualidad.
- ✓ Las obras de instalación de EDAR y estaciones de bombeo y posibles áreas de zonas de instalación de obras, se restringirán a las áreas delimitadas a tal fin, tal y como se refleja en la planimetría, que prohíbe el estacionamiento de maquinaria y almacenamiento de materiales fuera de las áreas mencionadas.

Por otro lado, también es necesario señalar las medidas correctoras, en general, para los yacimientos o elementos de interés patrimonial. Son los siguientes:

- ✓ Balizado de cada elemento afectado antes de iniciar las obras, con material que resulte no perecedero, y que deberá permanecer durante toda la fase de obra hasta que finalicen de manera definitiva.
- ✓ Señalización de elementos en la planimetría de obra.
- ✓ Prohibición de cualquier tipo de excavación no controlada en su cercanía.
- ✓ Las obras en las proximidades de los elementos deben restringirse a lo proyectado.

- ✓ También se recomienda el control y seguimiento de todas las excavaciones a realizar cerca de los elementos patrimoniales para verificar la existencia de restos materiales o estructuras de carácter arqueológico relacionados con ellos.
- ✓ Por último, establecer las medidas correctivas de carácter específico para cada yacimiento o elemento de interés patrimonial en concreto, afectados por algún tipo de impacto por las obras del futuro proyecto.

a.- Con carácter previo a la ejecución del proyecto:

Prospección arqueológica intensiva por técnicos especializados en toda la zona afectada para localizar, delimitar y caracterizar los yacimientos arqueológicos, tanto los ya conocidos como aquellos otros que pudieran localizarse a tenor de los trabajos.

En el caso de que apareciese algún resto arqueológico que pudiera resultar afectado por las obras, previo al inicio de las mismas, se elaborará un proyecto arqueológico que tendrá que ser autorizado por la Dirección General de Patrimonio Cultural, en el que se incluirá: Señalización en la fase previa al inicio de las obras de todos los elementos de Patrimonio Cultural que fuesen identificados en el estudio arqueológico.

La finalidad de estas actuaciones previas será determinar con el mayor rigor posible la afección del proyecto respecto a los yacimientos detectados. El equipo encargado de realizar este trabajo deberá contar al menos con un especialista en tecnología lítica prehistórica o en su defecto, con el asesoramiento (avalado por escrito), de un profesor especializado en esta temática. De igual modo deberá integrar como mínimo a especialistas en periodos prehistóricos, protohistóricos, romanos y medievales.

b.- Durante la fase de ejecución del proyecto:

Control y seguimiento arqueológico por parte de técnicos cualificados de todos los movimientos de tierra en cotas bajo rasante natural. El control arqueológico se hará extensivo a todas las obras de construcción, trazados de colectores, zonas de acopios, caminos de tránsito y todas aquellas otras actuaciones que derivadas de la obra generen los citados movimientos de tierra en cotas bajo rasante natural (estaciones de bombeo y EDAR).

Si durante los trabajos de seguimiento se detectara la presencia de restos arqueológicos que pudieran verse afectados, se procederá a la paralización inmediata de las obras en la zona de afección y previa visita y evaluación por parte de técnicos de la Dirección General de Patrimonio, se procederá a la excavación completa de los restos localizados. Finalizada la documentación y emitido el informe técnico exigido por la legislación vigente, se emitirá si procede autorización por la Dirección General de Patrimonio para el levantamiento de las estructuras localizadas con carácter previo a la continuación de las obras de construcción en este punto y previa solicitud por parte de la empresa ejecutora de las obras.

Por último, se ha provisto una partida presupuestaria a justificar, para medidas de protección de impactos imprevistos. En el caso de aparición de restos arqueológicos, cuenta con un dinero para poder realizar las acciones necesarias que imponga la Dirección General de Patrimonio Cultural.

### **2.15.2 Ejecución**

Como norma de carácter general que se propone para toda obra pública que suponga grandes movimientos de tierra y cuya realización, como es el caso, conlleve un riesgo previsible a la conservación del patrimonio histórico y paleontológico, se recomienda la supervisión de los trabajos de desbroce, terraplén, desmonte y movimiento de tierras en toda la extensión del área afectada. Esta norma es aplicable a todas aquellas zonas en las que puedan aparecer restos de carácter arqueológico o paleontológico que no hayan sido detectados en superficie en las prospecciones previas.

Las ventajas de esta medida se centran en su costo económico relativamente bajo, que permite a la vez evitar los trastornos que produce la inesperada paralización de las obras por la autoridad competente en el caso, siempre posible, de que los movimientos de tierras sacaran a la luz nuevos restos de importancia arqueológica, tal y como prevé la vigente Ley del Patrimonio Histórico Español.

La supervisión consistirá en el seguimiento a pie de obra de los movimientos de tierras y

actuaciones de desbroce en todas las zonas de obra, con el fin de descubrir restos o yacimientos no evidenciados con anterioridad en superficie y realizar el registro y contextualización de los previamente localizados.

Toda evidencia de interés arqueológico o paleontológico deberá ser convenientemente descrita y documentada mediante dibujos (plantas y secciones arqueológicas) y fotografías. El arqueólogo y el paleontólogo encargados de la vigilancia de los movimientos de tierra documentarán asimismo todas las incidencias significativas de carácter arqueológico que se puedan distinguir durante los trabajos de desbroce y desmontes superficiales, recogiendo los eventuales materiales significativos que puedan aparecer. Se redactará un informe mensual de los trabajos y, a su término, una memoria arqueológica y una memoria paleontológica del conjunto de la actividad de supervisión.

### **2.15.3 Medición y abono**

Según indica el Cuadro de Precios nº 1.

## **2.16 GESTIÓN DE RESIDUOS**

### **2.16.1 Condiciones generales**

Los materiales de hormigón de rechazo, así como otros residuos generados durante la fase de construcción caracterizados como inertes tendrán como destino un vertedero de residuos inertes que reúna las condiciones necesarias. Se almacenarán y gestionarán de acuerdo con lo establecido en la legislación de aplicación de la Comunidad Autónoma. Los residuos de tipo vegetal procedentes de la corta de matorrales, talas de arbolado, o restauración, deberán ser retirados y gestionados adecuadamente, y, en su caso, se depositarán en vertederos debidamente autorizados por la Comunidad Autónoma.

La gestión de los aceites usados y de cualquier otro residuo de carácter peligroso que se genere tanto en la fase de construcción como de funcionamiento de las obras, se realizará de acuerdo con la Ley de Residuos y normativas específicas. Por tanto, no se podrá realizar su vertido directo o mezclado con otros materiales.

### **2.16.2 Obligaciones del productor de residuos**

El “Productor de Residuos” es el titular del bien inmueble en quien reside la decisión de construir o demoler. Se identifica con el titular de la licencia del bien inmueble objeto de las obras.

Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un “Estudio de gestión de residuos” (el presente Estudio de gestión de residuos).

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos (PGR) que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

Según exige en la normativa vigente, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma ó entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, debe hacer un inventario de los

residuos peligrosos, así como su retirada selectiva con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.

### **2.16.2.1 Gestión de residuos**

Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La tierra vegetal que pueda tener un uso posterior para restauración o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, centro de reciclaje de plásticos/madera...) sean centros autorizados por la Comunidad Autónoma. En caso de que los gestores sean intermediarios, deberán estar inscritos en el registro de la Comunidad Autónoma, debiendo facilitar la documentación que acredite la gestión final del residuo por gestor autorizado. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.

Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final, además de la correspondiente a sus autorizaciones o inscripciones.

### **2.16.2.2 Separación**

El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.

El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.

Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos

Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en los municipios en los que se localicen.

### **2.16.2.3 Documentación**

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición (documentación referida a gestores, transportistas, vehículos, gestiones...).

El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.

El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.

Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma. Se aportará documentación que acredite la autorización de los transportistas y de su vehículo, así como del gestor final del residuo.

El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

### **2.16.3 Obligaciones del poseedor de residuos en obra**

Ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos que se generan en ella. La figura del poseedor de los residuos en obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

Debe presentar al promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos. Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.

Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y

seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el articulado a partir de que valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada. Esta clasificación es obligatoria una vez se han sobrepasado determinados valores conforme al material de residuo que sea, ciertas comunidades autónomas obligan a esta clasificación.

Si él no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que él lo ha realizado en lugar del Poseedor de los residuos.

- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- Cumplir las normas y órdenes dictadas.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.
- Seguir un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.
- Para el personal de obra, el cual está bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, es responsable de cumplir todas aquellas órdenes y normas que el Gestor de los Residuos disponga. Estará obligado a:
  - Etiquetar de convenientemente cada contenedor que se vaya a usar en función de las características de los residuos que se depositarán informando sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. Las etiquetas deben ser de gran formato, resistentes al agua y con información clara y comprensible.
  - Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo (las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos).
  - Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
  - No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
  - Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.
  - Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar



los residuos producidos en la obra, que se comunicarán a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

### **2.16.3.1 Con carácter General**

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

#### Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada. La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas por la Junta de Andalucía.

#### Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Junta de Andalucía.

#### Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

### **2.16.3.2 Con carácter particular**

Para los derribos se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares de las partes o elementos peligrosos, tanto de la propia obra como de los edificios colindantes. Se retirarán los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m<sup>3</sup>, contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y separados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y separar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de

ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros y se prohibirá su depósito en obra o cercanías, debiendo ser retirados a la planta de hormigón o donde el suministrador disponga.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

### **2.16.3.3 Gestión de las aguas residuales**

Las aguas fecales procedentes de las oficinas localizadas en las instalaciones auxiliares de obra, se deberán de conectar con la red de saneamiento existente. En el caso de que esto no sea posible, la solución consistirá en la implantación en dichas instalaciones auxiliares de fosas sépticas. Las aguas residuales almacenadas se trasladarán a una estación regeneradora para su tratamiento.

Se distinguen dos clases de aguas residuales: aguas químicamente contaminadas y aguas sanitarias.

### **2.16.3.4 Aguas químicamente contaminadas**

Este término hace referencia a aquellas aguas recogidas en puntos limpios u otras localizaciones de la obra que contengan, o probablemente contengan, cualquier tipo de sustancia química: óxidos, detergentes, pinturas, etc.

Asimismo, se incluyen en dicho término las aguas con alta concentración de grasas provenientes del desengrasador de aguas fácilmente recuperables. Este tipo de aguas se dispondrá en depósito estanco sobre terreno impermeabilizado, canalizaciones perimetrales y balsa de seguridad.

### **2.16.3.5 Aguas sanitarias**

Definen las aguas procedentes de servicios sanitarios y serán depositadas en un tanque estanco independiente, fosa séptica o similar.

En el caso de que los servicios sanitarios sean móviles, estos equipos contendrán un depósito

estanco que será transportado al punto limpio más cercano para su tratamiento.

#### **2.16.4 Medición y abono**

Según indica el Cuadro de Precios nº 1.

En Madrid, julio de 2020

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.  
Colegiado Nº 11.444

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Dña. Alicia Esteban Pedregal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 34.296

Examinado y conforme.  
El Director del proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme.

El jefe de área de proyectos y expropiaciones



D. Daniel Gálvez Cruz

Vº.Bº.

El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá