

**MEMORIA Y ANEJOS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN:
OBRAS DE TERMINACIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA Y
ACONDICIONAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE
ABASTECIMIENTO DE FUENTES EN LA GRANJA DE SAN
ILDEFONSO (SEGOVIA)**

Nº EXP: ACE/624.01/22/PROY/01

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

ÍNDICE

1. NORMAS DE APLICACIÓN	17
1.1 OBJETO:	17
1.2 CONDICIONES GENERALES.....	17
1.3 CONDICIONES PARTICULARES:	19
1.4 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO:	22
2. PRESCRIPCIONES REGULADORAS DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS EN EL MARCO DE LA LEY DE CONTRATOS	23
3. DISPOSICIONES GENERALES.....	23
3.1 ADSCRIPCIÓN DE LAS OBRAS:.....	23
3.2 DIRECCIÓN DE LAS OBRAS:	24
3.3 FUNCIONES DEL DIRECTOR:	24
3.4 PERSONAL DEL CONTRATISTA:	25
3.5 ÓRDENES AL CONTRATISTA:.....	25
3.6 LIBRO DE INCIDENCIAS:.....	25
4. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS	26
4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	26
4.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA:.....	26
5. PLAZOS	27
6. PERMISOS Y LICENCIAS.....	27
7. PERSONAL.....	27
8. SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS.....	28
9. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.....	29
9.1 PROYECTO DE LIQUIDACIÓN:	29
9.2 PERIODO DE GARANTÍA. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA:.....	30
9.3 RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS:	30
10. CONTROL AMBIENTAL.....	30
10.1 PROCESO DE EJECUCIÓN:	31
10.1.1 Gestión de aceites usados:	31

10.1.2	Consideración de las áreas de exclusión para la ubicación de instalaciones auxiliares, así como de los préstamos y vertederos	32
10.1.3	Vertederos	32
10.1.4	Elaboración de informes	33
11.	DEMOLICIONES	34
11.1	EJECUCIÓN:	34
11.1.1	Demolición elemento a elemento:	35
11.1.2	Demolición por empuje:	36
11.1.3	Demolición por impacto de bola de gran masa o mediante explosivos:	36
11.1.4	Retirada de los materiales de derribo:	36
11.2	DEMOLICIÓN DE TABIQUES:	36
11.3	DEMOLICIÓN DE CERRAMIENTOS:	36
11.4	DEMOLICIÓN DE CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA:	37
11.5	CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO:	37
11.6	MEDICIÓN Y ABONO:	37
12.	AGOTAMIENTOS Y OBRAS DE DRENAJE	38
12.1	AGOTAMIENTOS:	38
12.1.1	Medición y abono:	38
12.2	REBAJAMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO:	39
12.2.1	Clasificación:	39
12.2.1.1	Wellpoint	39
12.2.1.2	Wellpoint con inyección:	39
12.2.1.3	Método de pozos profundos:	39
12.2.2	Estudio previo a la ejecución de los trabajos:	39
12.2.2.1	Estudio del terreno:	39
12.2.2.2	Estudio de ejecución:	40
12.2.3	Ejecución de los trabajos:	40
12.2.4	Medición y abono:	40
13.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	41
13.1	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO:	41
13.1.1	Ejecución:	41
13.1.2	Retirada y disposición:	42
13.1.3	Control de ejecución:	42
13.1.4	Control geométrico:	42
13.1.5	Normativa:	43

13.1.6	Medición y abono:	43
13.2	EXCAVACIÓN EN EXPLANACIÓN:	43
13.2.1	Ejecución:	44
13.2.2	Sostenimiento y entibaciones:	44
13.2.3	Evacuación de las aguas y agotamientos:	45
13.2.4	Tierra vegetal:	45
13.2.5	Empleo de los productos de excavación:	45
13.2.6	Excavación en roca:	46
13.2.7	Préstamos y caballeros:	47
13.2.8	Taludes:	48
13.2.9	Control de ejecución:	48
13.2.9.1	Control de ejecución:	48
13.2.9.2	Control geométrico:	49
13.2.9.3	Tolerancias geométricas de terminación de las obras:	49
13.2.10	Normativa:	49
13.2.11	Medición y abono:	50
13.3	EXCAVACIÓN EN VACIADOS:	50
13.3.1	Ejecución:	51
13.3.1.1	Sostenimientos y entibaciones:	52
13.3.1.2	Evacuación de las aguas y agotamientos:	52
13.3.1.3	Excavación en roca:	52
13.3.1.4	Nivelación, compactación y saneo del fondo:	53
13.3.1.5	Condiciones de seguridad:	53
13.3.2	Control y criterios de aceptación y rechazo:	54
13.3.2.1	Control de ejecución:	54
13.3.2.2	Control geométrico:	54
13.3.3	Normativa:	54
13.3.4	Medición y abono:	54
13.4	EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS:	55
13.4.1	Ejecución:	55
13.4.1.1	Excavación del fondo de la zanja:	56
13.4.1.2	Empleo de productos de excavación. Caballeros:	56
13.4.1.3	Evacuación de aguas y agotamiento:	57
13.4.1.4	Taludes:	57
13.4.1.5	Medidas de protección y seguridad:	57
13.4.1.6	Entibación:	57
13.4.1.7	Pasos sobre la zanja. Instalaciones existentes:	58

13.4.1.8	Tolerancias de superficies acabadas:	58
13.4.2	Control y criterios de aceptación y rechazo:	58
13.4.2.1	Control de ejecución:	58
13.4.2.2	Control geométrico:	58
13.4.3	Normativa:	58
13.4.4	Medición y abono:	59
13.5	ENTIBACIÓN DE ZANJAS Y POZOS:	59
13.5.1	Materiales:	60
13.5.1.1	Madera:	60
13.5.1.2	Acero:	60
13.5.2	Ejecución:	60
13.5.3	Medidas de protección y seguridad:	61
13.5.4	Medición y abono:	62
14.	ESTUDIO Y TRATAMIENTO DEL TERRENO	62
14.1	SONDEOS DE RECONOCIMIENTO:	62
14.2	CLASIFICACIÓN:	63
14.2.1	Ejecución:	63
14.2.1.1	Programa de de trabajos:	63
14.2.1.2	Replanteo de sondeos; accesos, plataformas y andamios; suministro de energía, agua y aire; alumbrado y ventilación; ejecución de la perforación:	64
14.2.1.3	Transporte a la obra del material:	64
14.2.1.4	Partes de ejecución:	64
14.2.1.5	Retirada de los equipos:	64
14.2.1.6	Ejecución de pruebas, ensayos y observaciones en el taladro:	65
14.2.2	Preparación y conservación de testigos y muestras:	65
14.2.2.1	Taladros en suelos:	65
14.2.2.2	Testigos de roca:	65
14.2.3	Conservación de taladros:	66
14.2.4	Informes:	66
14.2.4.1	Periódicos:	66
14.2.4.2	Informe final:	66
14.2.5	Medición y abono:	66
15.	FINALIZACIÓN Y REFINO DE LA EXCAVACIÓN	67
15.1	SANEO Y REFINO DE LA EXCAVACIÓN:	67
15.1.1	Ejecución:	67
15.1.2	Medición y abono:	67

15.2	REFINO DE TALUDES:	68
15.2.1	Ejecución:	68
15.2.2	Medición y abono:.....	68
16.	RELLENOS	69
16.1	TERRAPLENES:	69
16.1.1	Materiales:	69
16.1.1.1	Clasificación y condiciones generales:.....	69
16.1.1.2	Empleo:	70
16.1.1.3	Grado de compactación:	71
16.1.1.4	Humedad de puesta en obra:.....	71
16.1.1.5	Precauciones especiales, con distintos tipos de suelos:	72
16.1.2	Ejecución:	72
16.1.2.1	Preparación de la superficie de apoyo:	72
16.1.2.2	Extensión de las tongadas:	73
16.1.2.3	Humectación o desecación:	74
16.1.2.4	Compactación:.....	74
16.1.3	Control y criterios de aceptación y rechazo:.....	75
16.1.3.1	Control de materiales:	75
16.1.3.2	Control geométrico:	75
16.1.3.3	Penalizaciones:	76
16.1.4	Normativa:	76
16.1.5	Medición y abono:.....	76
16.2	RELLENOS LOCALIZADOS:.....	77
16.2.1	Materiales:	77
16.2.2	Ejecución:	78
16.2.2.1	Preparación de la superficie de asiento:	78
16.2.2.2	Extensión y compactación:	78
16.2.2.3	Relleno de zanjas para instalación de tuberías	79
16.2.2.4	Limitaciones:.....	80
16.2.3	Normativa:	80
16.2.4	Medición y abono:.....	80
17.	CIMENTACIONES	80
17.1	DEFINICIÓN:	80
17.2	COTAS Y SECCIONES:	80
17.3	MATERIALES:.....	81
17.3.1	Cemento:	81

17.3.1.1	Cementos utilizables:	81
17.3.1.2	Suministro:.....	82
17.3.1.3	Almacenamiento:.....	82
17.3.2	Agua:.....	83
17.3.3	Áridos:.....	83
17.3.3.1	Generalidades:	83
17.3.3.2	Designación y tamaños del árido:	84
17.3.3.3	Suministro:.....	85
17.3.3.4	Almacenamiento:.....	85
17.3.3.5	Aditivos y adiciones	85
17.3.4	Hormigones:	86
17.3.4.1	Composición:.....	86
17.3.4.2	Características mecánicas:	86
17.3.4.3	Designación de los hormigones:	86
17.3.4.4	Dosificaciones:	87
17.3.4.5	Relación máxima agua cemento:	87
17.3.5	Hormigón fabricado en central:	87
17.3.5.1	Tiempo de transporte y fraguado:	87
17.3.5.2	Recepción:.....	88
17.3.6	Acero:.....	88
17.3.6.1	Denominación del acero:.....	89
17.3.6.2	Almacenamiento:.....	90
17.3.6.3	Acero elaborado en obra:	90
17.3.6.4	Ejecución:	90
17.3.6.5	Unidad y criterios de medición y abono:	91
17.3.6.6	Normativa:	91
17.3.7	Puesta en obra del hormigón:	91
17.3.7.1	Colocación:.....	91
17.3.7.2	Compactación:.....	91
17.3.7.3	Juntas de hormigonado:	92
17.3.7.4	Hormigonado en tiempo frío:	92
17.3.7.5	Hormigonado en tiempo caluroso:	93
17.3.7.6	Curado del hormigón:	93
17.3.7.7	Descimbrado, desencofrado y desmolde:	94
17.3.7.8	Acabado de superficies:	94
17.3.7.9	Observaciones generales respecto a la ejecución. Adecuación del proceso constructivo:.....	94

17.3.7.10	Acciones mecánicas durante la ejecución:	95
17.3.7.11	Control de calidad del hormigón:	95
17.3.7.12	Control de consistencia del hormigón:	95
17.3.7.13	Tamaño máximo del árido:	96
17.3.7.14	Control de las especificaciones relativas a la durabilidad del hormigón:	96
17.3.7.15	Ensayos previos del hormigón:	97
17.3.7.16	Ensayos de control del hormigón:	97
17.3.7.17	Penalizaciones:	98
17.3.7.18	Control de calidad del acero:	98
17.3.8	Comprobaciones que deben efectuarse durante la ejecución:	100
17.3.8.1	Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución:	100
17.3.8.2	Comprobaciones de replanteo y geométricas:	100
17.3.8.3	Cimbras y andamiajes:	101
17.3.8.4	Armaduras:	101
17.3.8.5	Encofrados:	101
17.3.8.6	Transporte, vertido y compactación:	101
17.3.8.7	Juntas de trabajo, contracción o dilatación:	101
17.3.8.8	Curado:	101
17.3.8.9	Desmolde y descimbrado:	102
17.3.8.10	Tesado de armaduras activas:	102
17.3.8.11	Reparación de defectos y limpieza de superficies:	102
17.3.8.12	Normativa:	102
17.4	LOSAS:	103
17.4.1	Operaciones previas a la ejecución:	103
17.4.2	Ejecución:	103
17.4.2.1	Doblado de las armaduras:	104
17.4.2.2	Colocación de las armaduras:	104
17.4.2.3	Transporte de hormigón:	105
17.4.2.4	Vertido:	105
17.4.2.5	Replanteo de ejes:	106
17.4.2.6	Compactación del hormigón:	106
17.4.2.7	Curado del hormigón:	106
17.4.3	Normativa:	106
17.4.4	Medición y abono:	107
17.5	MUROS:	107
17.5.1	Ejecución:	107
17.5.1.1	Antes de hormigonar:	108

17.5.1.2	Durante el hormigonado:	108
17.5.1.3	Después del hormigonado:	108
17.5.2	Control de calidad:	109
17.5.3	Normativa:	109
17.5.4	Medición y abono:	110
17.6	SOLERAS:	110
17.6.1	Ejecución:	110
17.6.1.1	Acondicionamiento del terreno:	110
17.6.1.2	Hormigonado de la solera:	111
17.6.1.3	Juntas de dilatación:	111
17.6.1.4	Juntas con elementos de la estructura:	111
17.6.2	Control de calidad:	111
17.6.3	Normativa:	112
17.6.4	Medición y abono:	112
17.7	PILOTES DE HORMIGÓN IN SITU:	112
17.7.1	Materiales:	113
17.7.1.1	Hormigón:	113
17.7.1.2	Armaduras:	113
17.7.1.3	Recubrimiento:	114
17.7.2	Estudio de ejecución:	115
17.7.3	Equipos:	115
17.7.4	Ejecución:	115
17.7.4.1	Descabezado y terminación de los pilotes:	117
17.7.4.2	Retirada de equipos y limpieza de tajos:	117
17.7.5	Control de calidad:	118
17.7.6	Control de producción:	118
17.7.6.1	Pilotes de desplazamiento:	118
17.7.6.2	Pilotes de extracción:	119
17.7.6.3	Pilotes perforados con lodos tixotrópicos y sin entubación:	119
17.7.6.4	Pilotes de barrena continua:	119
17.7.7	Control de recepción:	119
17.7.8	Informes:	119
17.7.9	Normativa:	120
17.7.10	Medición y abono:	120
18.	ESTRUCTURAS	120
18.1	ESTRUCTURAS DE ACERO:	121

18.1.1	<i>Materiales:</i>	122
18.1.1.1	Acero laminado:	122
18.1.1.2	Acero forjado:	123
18.1.1.3	Acero moldeado:	124
18.1.1.4	Acero inoxidable para apoyos de estructuras:	124
18.1.1.5	Electrodos:	125
18.1.1.6	Roblones:	125
18.1.1.7	Tornillos ordinarios, calibrados y de alta resistencia:	126
18.1.2	<i>Ejecución en taller:</i>	127
18.1.2.1	Planos de taller:	127
18.1.2.2	Preparación de las piezas:	128
18.1.2.3	Trazado, corte y taladrado:	128
18.1.2.4	Uniones atornilladas:	129
18.1.2.5	Uniones soldadas:	130
18.1.2.6	Montaje en blanco:	134
18.1.3	<i>Montaje en obra:</i>	134
18.1.3.1	Transporte a obra:	134
18.1.3.2	Montaje:	135
18.1.4	<i>Recepción de materiales:</i>	136
18.1.5	<i>Control de la ejecución en taller:</i>	136
18.1.5.1	Verificación de uniones soldadas:	137
18.1.5.2	Verificación de uniones atornilladas:	139
18.1.5.3	Control dimensional:	140
18.1.6	<i>Control de montaje:</i>	141
18.1.6.1	Verificación de uniones soldadas:	141
18.1.6.2	Control dimensional:	141
18.1.7	<i>Tolerancias:</i>	142
18.1.8	<i>Pruebas de carga:</i>	143
18.1.9	<i>Normativa:</i>	144
18.1.10	<i>Medición y abono:</i>	144
18.2	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN:	145
18.2.1	<i>Ejecución:</i>	145
18.2.2	<i>Control de calidad:</i>	146
18.2.3	<i>Forjados unidireccionales:</i>	146
18.2.3.1	Materiales:	146
18.2.3.2	Ejecución:	147
18.2.3.3	Control de calidad:	148

18.2.3.4	Normativa:	150
18.2.3.5	Medición y abono:	150
18.2.4	<i>Forjados autorresistentes:</i>	151
18.2.4.1	Materiales:	151
18.2.4.2	Características geométricas:	151
18.2.4.3	Características mecánicas:	152
18.2.4.4	Control de calidad:	153
18.2.4.5	NORMATIVA	155
19.	CALZADAS	155
19.1	EXPLANACIÓN:	155
19.1.1	<i>Demoliciones. Obras de fábrica:</i>	155
19.1.2	<i>Despeje y desbroce:</i>	156
19.1.3	<i>Escarificación y compactación:</i>	156
19.1.3.1	Escarificación y compactación del terreno:	156
19.1.3.2	Escarificación y compactación del firme existente:	156
19.1.3.3	Medición y abono:	156
19.1.4	<i>Excavación:</i>	156
19.1.4.1	Excavación en zanja:	156
19.1.4.2	Excavación en explanación:	157
19.1.5	<i>Terraplenes y rellenos:</i>	157
19.1.6	<i>Terminación y refino:</i>	157
19.1.6.1	Ejecución:	157
19.1.6.2	Tolerancias de acabado:	158
19.1.6.3	Control y criterios de aceptación y rechazo:	158
19.1.6.4	Medición y abono:	158
19.2	CAPAS GRANULARES:	158
19.2.1	<i>Subbases de arena de miga:</i>	158
19.2.1.1	Materiales:	159
19.2.1.2	Ejecución:	159
19.2.1.3	Control y criterios de aceptación y rechazo:	160
19.2.1.4	Medición y abono:	160
19.2.2	<i>Bases y subbases de zahorra natural:</i>	160
19.2.2.1	Materiales:	160
19.2.2.2	Ejecución:	161
19.2.2.3	Tolerancias:	161
19.2.2.4	Control y criterios de aceptación y rechazo:	162

19.2.2.5	Medición y abono:	162
19.2.3	<i>Bases y subbases de zahorra artificial:</i>	162
19.2.3.1	Materiales:	162
19.2.3.2	Ejecución:	163
19.2.3.3	Tolerancias:	163
19.2.3.4	Control y criterios de aceptación y rechazo:	164
19.2.3.5	Medición y abono:	164
19.3	RIEGOS Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES:	164
19.3.1	<i>Riegos de imprimación:</i>	164
19.3.1.1	Materiales:	165
19.3.1.2	Ejecución:	165
19.3.1.3	Control y criterios de aceptación y rechazo:	166
19.3.1.4	Medición y abono:	167
19.3.2	<i>Riegos de adherencia:</i>	167
19.3.2.1	Materiales:	167
19.3.2.2	Ejecución:	167
19.3.2.3	Control y criterios de aceptación y rechazo:	168
19.3.2.4	Medición y abono:	168
19.3.3	<i>Riegos de curado:</i>	168
19.3.3.1	Materiales:	168
19.3.3.2	Ejecución:	168
19.3.3.3	Control y criterios de aceptación y rechazo:	169
19.3.3.4	Medición y abono:	169
19.3.4	<i>Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla:</i>	169
19.3.4.1	Materiales:	170
19.3.4.2	Equipo necesario:	170
19.3.4.3	Ejecución:	171
19.3.4.4	Control y criterios de aceptación y rechazo:	173
19.3.4.5	Medición y abono:	174
19.4	MEZCLAS BITUMINOSAS:	174
19.4.1	<i>Mezclas bituminosas en caliente:</i>	174
19.4.1.1	Materiales:	174
19.4.1.2	Equipos necesarios para la ejecución:	181
19.4.1.3	Ejecución:	184
19.4.1.4	Limitaciones de la ejecución:	189
19.4.1.5	Tramo de prueba:	189
19.4.1.6	Tolerancias:	190

19.4.1.7	Control y criterios de aceptación y rechazo:	190
19.4.1.8	Medición y abono:	192
19.4.2	<i>Mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de rodadura de pequeño espesor:</i>	193
19.4.2.1	Materiales:	193
19.4.2.2	Tipo y composición de la mezcla:	195
19.4.2.3	Equipo para la ejecución:	196
19.4.2.4	Ejecución:	198
19.4.2.5	Tramo de prueba:	200
19.4.2.6	Especificaciones de la unidad terminada:	201
19.4.2.7	Control y criterios de aceptación y rechazo:	202
19.4.2.8	Medición y abono:	203
20.	AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN	204
20.1	AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO:	204
20.2	HIDROFUGANTES E IMPERMEABILIZANTES:	204
20.2.1	<i>Hidrofugantes:</i>	204
20.2.2	<i>Impermeabilizantes:</i>	205
20.2.2.1	Silicatización:	205
20.2.2.2	Fluatación:	205
20.2.2.3	Parafinas y ceras:	205
20.2.2.4	Pinturas bituminosas:	206
20.3	IMPERMEABILIZACIONES NO ASFÁLTICAS:	206
20.3.1	<i>Materiales:</i>	206
20.3.2	<i>Normativa:</i>	207
20.3.3	<i>Medición y abono:</i>	207
20.4	JUNTAS Y SELLADO:	207
20.4.1	<i>Ejecución:</i>	207
21.	ARQUETAS.....	208
21.1	MATERIALES:	208
21.2	EJECUCIÓN:	209
21.3	FORMA Y DIMENSIONES:	210
21.3.1	<i>Tipos:</i>	210
21.3.1.1	Arqueta a pie de bajante:	210
21.3.1.2	Arqueta "in situ".	210
21.3.1.3	Arqueta de paso.	211
21.4	NORMATIVA:	211

21.5	MEDICIÓN Y ABONO:	211
22.	POZOS	211
22.1	POZOS DE REGISTRO:	211
22.1.1	<i>Materiales:</i>	<i>211</i>
22.2	EJECUCIÓN:	212
22.3	NORMATIVA:	214
22.4	MEDICIÓN Y ABONO:	214
23.	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.....	214
23.1	TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL.....	214
23.1.1	<i>Normativa y Generalidades</i>	<i>214</i>
23.1.2	<i>Almacenaje de la tubería</i>	<i>215</i>
23.1.3	<i>Cortado de los tubos:.....</i>	<i>215</i>
23.2	TUBOS DE PEAD.....	215
23.3	EJECUCIÓN:	216
23.3.1	<i>Transporte y manipulación:</i>	<i>216</i>
23.3.2	<i>Zanjas para alojamiento de las tuberías:.....</i>	<i>217</i>
23.3.2.1	Profundidad de las zanjas:	217
23.3.2.2	Anchura de las zanjas:	217
23.3.2.3	Apertura de las zanjas:.....	218
23.3.2.4	Realización de la zanja:	218
23.3.2.5	Clasificación de los terrenos:	219
23.3.2.6	Acondicionamiento de la zanja:.....	219
23.3.2.7	Montaje de los tubos:	219
23.3.2.8	Relleno de la zanja:.....	220
23.4	CONTROL DE EJECUCIÓN:.....	221
23.4.1	<i>Pruebas en fábrica y control De calidad de los tubos:</i>	<i>221</i>
23.4.2	<i>Aceptación o rechazo de los tubos:.....</i>	<i>221</i>
23.4.3	<i>Pruebas por tramos:</i>	<i>222</i>
23.4.4	<i>Revisión general:</i>	<i>222</i>
23.5	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.....	222
23.5.1	<i>Preparación para la desinfección</i>	<i>223</i>
23.5.1.1	Especificaciones generales	223
23.5.1.2	Equipo para las operaciones de desinfección.....	223
23.5.2	<i>Elección del desinfectante</i>	<i>223</i>
23.5.3	<i>Procedimientos de desinfección</i>	<i>223</i>
23.5.3.1	Especificaciones generales	223

23.5.3.2	Procedimiento de lavado (enjuagado)	224
23.5.3.3	Procedimiento estático	224
23.5.3.4	Procedimiento dinámico	224
23.5.3.5	Procedimiento adaptado	224
23.6	NORMATIVA:	225
23.7	MEDICIÓN Y ABONO:	225
24.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	225
24.1	ESPECIFICACIONES GENERALES	225
24.2	FORMA DE ABONO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS.....	226
24.2.1	<i>Equipos.....</i>	226
24.2.2	<i>Líneas de alimentación, distribución, mando y señalización.....</i>	226
25.	PARTIDAS ALZADAS	227
26.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, EN RELACIÓN CON LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA	228
26.1	CON CARÁCTER GENERAL.....	228
26.1.1	<i>Gestión de residuos de construcción y demolición</i>	228
26.1.2	<i>Certificación de los medios empleados:</i>	229
26.1.3	<i>Limpieza de las obras:.....</i>	230
26.2	CON CARÁCTER PARTICULAR	230
26.3	PROMOCIÓN DE LAS MEDIAS DE REUTILIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS RESIDUOS	231

1. NORMAS DE APLICACIÓN

1.1 Objeto:

El objeto de este pliego relativo al proyecto de construcción de "Obras de terminación del suministro de agua y acondicionamiento de infraestructura en La Granja de San Ildefonso (Segovia)" es describir las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales de construcción, la ejecución de las obras mostradas en los planos, el mantenimiento durante la vida útil de los elementos que lo precisen, el montaje y características de los equipos electromecánicos y hacer referencia a la Normativa y a otro tipo de documentación complementaria y de referencia en la que se basan dichas especificaciones.

1.2 Condiciones generales

La licitación de las obras definidas por este Proyecto se regirá por las Condiciones que al efecto establezca ACUAES.

Una vez resuelta la adjudicación del Contrato de las obras, éste se regulará según lo preceptuado en las normas que a continuación se relacionan:

- 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. (B.O.E. nº 272 de 9 de noviembre de 2017).
- Real Decreto 1098/2001, Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas
- Real Decreto 773/2015, modificación del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas
- Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.
- Contrato de obras entre ACUAES y el adjudicatario.

Además, la ejecución de las obras quedará sujeta a las prescripciones legales en materia de prevención de riesgos laborales y de seguridad y salud, contenidas tanto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales con las modificaciones realizadas por la Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, y en sus normas de desarrollo, como en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción. Igualmente se

tendrán en cuenta, cuantas disposiciones de carácter técnico, general y obligatorio estén vigentes, en materia de seguridad y salud en el momento de la adjudicación, o se publiquen durante la vigencia del contrato, si tienen transcendencia para la seguridad de las obras.

En dicha normativa están incluidas las siguientes normas:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, (B.O.E. nº269 de 10 de noviembre de 1995) y los Reales Decretos que la complementan.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (B.O.E. nº298 del 13 de diciembre de 2003).
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (B.O.E. nº71, de 23 de marzo de 2010).
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. (B.O.E. nº257 de 25 de octubre de 1997) y Reales Decretos posteriores que modifican, añaden y/o derogan alguno de sus artículos.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección Individual.

1.3 Condiciones particulares:

Las prescripciones de las siguientes Instrucciones y Normas serán de aplicación con carácter general, además de las especificaciones indicadas en los restantes apartados y aquellas otras normas específicas.

A continuación, se describe, con carácter enunciativo, pero no exhaustivo, la reglamentación básica sobre la que se basan las prescripciones de carácter técnico que se deben cumplir en la realización de las obras y durante la vida útil de alguno de los elementos constructivos en los que se exija algún tipo de mantenimiento:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 256/2016, Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)
- Norma de construcción sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- DB SE Seguridad estructural. Bases de cálculo.
- DB SE-AE Acciones en la Edificación.
- DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- DB SE-F Fábrica.
- DB SE-A Acero
- Eurocódigo 2-3: Proyecto de estructuras de hormigón. Depósitos y estructuras de contención. (UNE EN 1992-3).
- Eurocódigo 1-4: Acciones en estructuras. Silos y tanques. (UNE EN 1991-4).
- Instrucción de carreteras. Norma 6.1 IC. Secciones de firme (6.1 IC).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las obras de Carreteras y Puentes (PG-3).
- Protección frente al ruido (RD 1371/2007).
- Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio. (B.O.E. núm. 90, de 14 de abril de 2007).

- Real Decreto 1/2001, del 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas, y posteriores modificaciones (BOE nº176 de 24 de Julio de 2001).
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio de 2001.
- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de abastecimiento de agua (BOE nº236, de 2 de octubre de 1974).
- Guía técnica sobre Depósitos para Abastecimiento de agua potable. CEDEX. 2009.
- Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX 2006.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto de 2002, publicado en el B.O.E. nº 224 de 18 de Septiembre de 2002).
- Todas las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT) adjuntas a dicho Reglamento.
- Todas las Normas UNE definidas como "Normas de Referencia" en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-02 del mencionado Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en sus revisiones vigentes.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Reglamento de recipientes a presión, aprobado por Decreto 2060/2008.
- Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02).
- Ordenanza de trabajos de la construcción, vidrio y cerámica.
- Disposiciones legales vigentes sobre Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud en el Trabajo.

Además de los especificados en el presente Pliego, serán de aplicación las disposiciones, normas y reglamentos cuyas prescripciones, en cuanto puedan afectar a las obras objeto de este Pliego, quedan incorporadas a él formando parte integrante del mismo. En caso de discrepancia entre algunas de estas normas, se adoptará la decisión del Ingeniero Director de la Obra.

Serán de aplicación de modo explícito las siguientes normas y disposiciones:

- Instrucciones del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (Normas UNE).
- Ley de Industria 21/1992 de 16 de julio.
- Legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16 (RD 256/2016).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua (M.O.P. 28 de Julio de 1.974).

- Pliego general de Fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón de la Asociación Técnica de Derivados del cemento (T.D.C.).
- Normas de construcción sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-2002).
- Pliego de Prescripciones Generales para Obras de Carreteras PG-3/75, Orden FOM/1382/2002, 16 de mayo, Orden FOM/891/2004 de 1 de marzo y Orden FOM/3818/2007 de 10 de diciembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, (Decreto de 12 marzo de 1954, publicado en el B.O.E. nº 105 de 15 de abril de 1954).
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, publicado en el BOE nº 312, de 30 de diciembre de 2013, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1725/1984 de 18 de Julio de 1984, publicado en el B.O.E. nº 230 de 25 de Septiembre de 1984, por el que se modifica el anterior Reglamento y el modelo de póliza de abono para el suministro de energía y las condiciones de carácter general de la misma.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, publicado en el B.O.E. nº 310 de 27 de Diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento (UE) N548/2014 – Directiva 2009/125/CE. Transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de Instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Normas UEN y recomendaciones UNESA
- Normas particulares UFD Distribución Eléctrica S.A.
- Normas INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas") de la Comisión 17 sobre pinturas, barnices, etc.
- Recomendaciones y normas de la Organización Internacional de Normalización (I.S.O.).

Si alguna de las Prescripciones o Normas a la que se refieren los párrafos anteriores coincidiera de modo distinto, en algún concepto, se entenderá como válida la más restrictiva.

En todos los epígrafes del presente capítulo se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos en cuanto no se opongan a lo establecido en la Ley de Contratos del Sector Público. En caso contrario prevalecerá siempre el contenido de esta Ley.

Por otra parte, siempre que haya una discrepancia entre las instrucciones o normas indicadas y las prescripciones del presente capítulo, prevalecerá la norma, instrucción o prescripción vigente más restrictiva.

El Contratista será responsable del cumplimiento de las pruebas, inspecciones y controles requeridos, debiendo comunicar al Ingeniero o Director de la Obra, con suficiente antelación las fechas en las que se realizarán aquellas. En todo caso le suministrará certificados de todas las pruebas e inspecciones enumeradas en el PPT y demás documentos del contrato, incluyendo los de materiales que demuestren el total acuerdo de la obra civil y de los equipos con las especificaciones del proyecto. En caso de observarse deficiencias en los resultados de las pruebas, el contratista deberá disponer del permiso expreso de la Dirección de Obra para mostrar, sustituir o repasar el elemento defectuoso. Caso de que el fallo afectase a diversas unidades equivalentes, el contratista estará obligado a sustituirlos todos, a su cargo, por los que ordene la Dirección.

Los gastos derivados de las pruebas, controles de calidad, inspecciones, etc. Serán por cuenta del Contratista, en las condiciones que se establecen en los restantes documentos del Proyecto.

1.4 Contradicciones y omisiones del proyecto:

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción el orden de prelación es el siguiente: Planos – Presupuesto – Pliego de prescripciones técnicas- -Memoria y Anejos, es decir:

Lo indicado en los Planos prevalece sobre el resto de documento del proyecto, lo indicado en el Presupuesto prevalece sobre lo indicado en el Pliego de Condiciones, la Memoria y Anejos. Lo indicado en el Pliego de Condiciones prevalece sobre lo indicado en la Memoria y Anejos y lo indicado en la Memoria prevalece sobre lo indicado en los Anejos.

Las omisiones en estos documentos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente mejorables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los documentos, 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, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los documentos. Cualquier defecto, contradicción o error de interpretación que pudieran contener las distintas partes del Proyecto deberán ser planteadas por escrito al Director, para que éste adopte las decisiones oportunas. Y a menos que el Director establezca explícitamente y por escrito lo contrario, el Contratista no tendrá derecho a formular reclamación alguna.

Con carácter general se tendrá en consideración lo dispuesto en el Real Decreto 1098/2001, Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas con especial atención a lo indicado en sus artículos 67, 128, 140 y 147.

2. PRESCRIPCIONES REGULADORAS DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS EN EL MARCO DE LA LEY DE CONTRATOS

Las prescripciones técnicas vendrán regidas por los Artículos procedentes de la 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 y a todos los Artículos contemplados en él, haciendo especial mención a los artículos:

- Artículo 123: Pliego de prescripciones técnicas generales.
- Artículo 124: Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- Artículo 126: Reglas para el establecimiento de prescripciones técnicas
- Artículo 237. Comprobación del replanteo.
- Artículo 238. Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista.
- Artículo 239. Fuerza mayor.
- Artículo 240. Certificaciones y abonos a cuenta.
- Artículo 241. Obras a tanto alzado y obras con precio cerrado.
- Artículo 242. Modificación del contrato de obras.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 Adscripción de las obras:

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 3 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, en lo sucesivo «PCAG», aprobado por Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre.

3.2 Dirección de las obras:

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 4 del PCAG, en el Reglamento General de Contratación, en lo sucesivo «RGC», y en la Ley de Contratos del Estado.

3.3 Funciones del director:

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

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan 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.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

3.4 Personal del contratista:

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 5, 6 y 10 del PCAG.

Cuando en los Pliegos Particulares del Contrato se exija una titulación determinada al Delegado del Contratista o la aportación de personal facultativo bajo la dependencia de aquél, el Director vigilará el estricto cumplimiento de tal exigencia en sus propios términos.

La Dirección de las obras podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de las obras podrá exigir del Contratista la designación de nuevo personal facultativo cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

3.5 Órdenes al contratista:

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 8 del PCAG.

Las órdenes emanadas de la Superioridad jerárquica del Director, salvo casos de reconocida urgencia, se comunicarán al Contratista por intermedio de la Dirección. De darse la excepción antes expresada, la Autoridad promotora de la orden la comunicará a la Dirección con análoga urgencia.

Se hará constar en el Libro de Órdenes al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones, durante el curso de las mismas, con el carácter de orden al Contratista, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho libro y transcribir en él las que consideren necesario comunicar al Contratista.

3.6 Libro de incidencias:

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 9 del PCAG.

4. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS

4.1 Descripción de las obras

Con objeto de hacer frente al exceso de demanda, que se produce por el aumento poblacional de la localidad en época estival, y evitar que se produzcan restricciones en el régimen de funcionamiento normal de las fuentes, se proyectan una serie de actuaciones en el actual sistema de abastecimiento, que afectan a infraestructuras del ámbito municipal y de los jardines del Palacio Real de La Granja, pertenecientes a Patrimonio Nacional. En el presente proyecto se describen las siguientes actuaciones:

Dentro del recinto de Patrimonio Nacional:

- Diseño de una nueva obra de toma en el embalse de El Mar.
- Nueva conducción de toma desde el embalse El Mar.
- Rehabilitación del depósito "Nuevo".

En el ámbito municipal (fuera del recinto de Patrimonio Nacional):

- Prolongación de la red de abastecimiento existente desde el cruce de la carretera CL-601 con la SG-P-6121 hasta el cruce del Paseo del Pocillo con Travesía Puertas Nuevas.
- Rehabilitación y adecuación de las instalaciones existentes en la estación de bombeo ubicada junto a la Real Fábrica de Cristal.
- Instalación de una nueva conducción de impulsión desde la estación de bombeo ubicada junto a la Real Fábrica de Cristal que lleve el agua hasta el depósito de regulación de la Urbanización Caserío de Urgel.
- Instalación de una nueva conducción de distribución de agua desde el depósito de la Urbanización Caserío de Urgel que conecte con el sistema actual de abastecimiento de la localidad.
- Rehabilitación de las instalaciones de potabilización del depósito el "Nuevo Chato" y adecuación a la legislación vigente.

En la Memoria del presente proyecto se desglosa con mayor precisión las obras a ejecutar.

4.2 Presupuesto de ejecución por contrata:

El presupuesto de ejecución por contrata es el indicado en el Documento N.º 4 del presente Proyecto.

5. PLAZOS

El plazo total de las obras es de doce (12) meses, dividido en diez (10) meses de construcción y dos meses (1+1) de pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de las dos fases.

6. PERMISOS Y LICENCIAS

El adjudicatario deberá solicitar de los organismos, administraciones, empresas y particulares que corresponda, las autorizaciones, permisos y licencias requeridos para la ejecución de las obras y para la ocupación, mantenimiento o reposición de vías de comunicación, servicios afectados, fincas particulares o cualquier otra actuación derivada de la ejecución de la obra de este contrato, incluidas las licencias urbanísticas de obra, las licencias de apertura y/o funcionamiento.

ACUAES podrá avanzar la solicitud de autorizaciones, permisos y licencias, especialmente en lo referente a vías de comunicación, servicios afectados y otras actuaciones, con la finalidad de acelerar su conclusión. En este caso, ACUAES facilitará la documentación al adjudicatario, para que continúe con el seguimiento de los trámites necesarios para la obtención de la totalidad de las autorizaciones, permisos y licencias citados y, en todo caso de los gastos que las mismas comporten, aun cuando sean anteriores a la fecha de firma del contrato. Estos gastos incluirán, la realización de todo tipo de gestiones, proyectos, acometidas previstas, etc., así como los gastos que estos comporten, necesarios para la obtención de altas, permisos o legalizaciones de cualesquiera instalaciones provisionales o definitivas relacionadas con la obra objeto de este contrato, así como las precisas para la puesta en funcionamiento de dichas instalaciones.

7. PERSONAL

El Contratista adjudicatario de las obras, comunicará por escrito, antes del inicio de las obras, el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de las mismas como "Delegado de Obra".

Esta persona tendrá la titulación de Ingeniero Superior y con la experiencia profesional suficiente a juicio de la Dirección de la Obra, debiendo residir en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituida sin previo conocimiento y aceptación por parte de aquélla.

La representación de la Contrata y la Dirección de la Obra, acordará los detalles de sus relaciones, estableciéndose modelos para comunicación escrita entre ambos, así como la periodicidad y nivel de reuniones para control de la marcha de las obras y pruebas.

El Contratista comunicará los nombres, condiciones y organigrama de las personas que, dependiendo del citado Delegado, hayan de tener mando y responsabilidad en misiones generales o en sectores de la obra y a las cuales será aplicable cuanto se ha expuesto con anterioridad en este Capítulo.

8. SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS

Si la suspensión temporal sólo 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 afecta 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.

Siempre que la Dirección de la obra 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 la Obra y el Contratista y en la que hará constar el acuerdo 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 anejo y en relación con la parte o partes suspendidas, de la medición tanto de la obra ejecutada en dichas partes, como de los materiales acopiados a pie de obra exclusivamente de las mismas.

9. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS

9.1 Proyecto de liquidación:

El Contratista entregará a la Dirección de la obra para su aprobación todos los croquis y planos de obra realmente construida y que supongan modificaciones respecto al proyecto o permitan y hayan servido para establecer las mediciones de las certificaciones.

Con toda esta documentación debidamente aprobada, o los planos y mediciones contradictorios de la Dirección de la obra en su caso, se constituirá el proyecto de liquidación, en base al cual se realizará la liquidación definitiva de las obras en una certificación única final según lo indicado en otro apartado de este Pliego.

El proyecto de Liquidación, tendrá la estructura de proyecto, conteniendo, por tanto, todos los documentos correspondientes, Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Presupuesto o valoración final. Se presentarán dos ejemplares, debidamente encuadernados y los originales reproducibles de los planos.

La Memoria contendrá los mismos apartados que el proyecto de Construcción, además de aquellos que hayan surgido durante la ejecución de las obras. Al menos incluirá los siguientes Anejos:

- Replanteo y Topografía.
- Control de Calidad de la Obra Civil.
- Control de Calidad de los equipos mecánicos, eléctricos y de automatismo y control.
- Dossier fotográfico.
- Procedimientos de construcción.
- Documentación administrativa recopilada durante la obra.
- Características generales de las obras ejecutadas.
- El documento Planos incluirá todos aquellos precisos para definir las obras realmente ejecutadas:
 - Planos de situación.
 - Planos de planta y perfil longitudinal.
 - Planos de replanteo.
 - Planos de secciones tipo.
 - Planos de pozos de registro y otras pequeñas obras de fábrica.
 - Planos de edificios (estaciones de bombeo, EDAR, etc.).
 - Planos de equipos mecánicos, eléctricos y de automatismo y control.

- Planos de detalles.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares incluirá las condiciones de las unidades ejecutadas, incluidas las de las nuevas unidades que hayan surgido durante la construcción.

El Presupuesto, constará de Mediciones detalladas, que incluirán cuantos croquis y planos complementarios se precisen para la perfecta definición del estado final de las mismas, Cuadros de Precios y Valoración final de las obras.

9.2 Periodo de garantía. Responsabilidad del contratista:

El plazo de garantía, a contar desde la recepción provisional de las obras, será de 12 meses, durante el cual el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquéllas, cualquiera fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causa de fuerza mayor.

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales que durante el período de garantía hubieran de hacerse.

Durante el período de garantía y una vez puesta en servicio la instalación, los gastos de explotación o los daños que por uso inadecuado se produjeran no serán imputables al Contratista, teniendo éste en todo momento derecho a vigilar dicha explotación y exponer cuantas circunstancias de ella, por uso inadecuado, pudieran afectarle.

9.3 Recepción y liquidación de las obras:

Terminado el plazo de garantía se hará, si procede, la Recepción y la devolución de las cantidades retenidas en concepto de garantía. La recepción de las obras no exime al Contratista de las responsabilidades que le puedan corresponder, de acuerdo con la legislación vigente, referidas a posibles defectos por vicios ocultos que surjan en la vida útil de la obra.

10. CONTROL AMBIENTAL

Para el control ambiental de la ejecución de las obras se elaborará un Programa de Vigilancia Ambiental. El objeto del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es el de prevenir y establecer las acciones correctoras oportunas, en su caso, para evitar la contaminación de aguas, suelo y atmósfera como

consecuencia de la actividad de obra, así como verificar la correcta ejecución de las unidades de obra ambientales proyectadas.

El Programa de Vigilancia Ambiental contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

- Estructura documental constituida por el Manual del Sistema, los Procedimientos Organizativos, los Procedimientos Operativos y las Instrucciones de trabajo.
- Aplicación del PVA a obra, en donde se recojan:
 - Responsabilidades y Funciones.
 - Organización física de la obra en lo que a aspectos ambientales se refiere (ubicación definitiva de vertederos, instalaciones auxiliares, viario de obra, etc.).
 - Medios auxiliares disponibles en los procesos productivos para prevenir sucesos de contaminación de suelos, atmósfera y agua, así como el daño a recursos naturales y culturales.
 - Programa de inspecciones y auditorías tanto internas o de autocontrol como externas.
 - Umbrales de aceptación.
 - Resolución de incidencias y no conformidades. Diario ambiental de obra.

10.1 Proceso de ejecución:

La contrata elaborará un Sistema de Gestión Medioambiental aplicable a la obra y nombrará un Director Ambiental que se responsabilizará de la aplicación del PVA. El trabajo se desarrollará durante el plazo de ejecución de las obras, así como durante todo el periodo de garantía.

La empresa contratista incluirá dentro de su proyecto de licitación un Programa de Vigilancia Ambiental que incluya, al menos, los procedimientos y medios suficientes relacionados con:

- Gestión de aceites usados generados durante la obra.
- Gestión de residuos tóxicos y peligrosos generados en obra.
- Gestión de residuos orgánicos, plásticos, papel, metales o inertes generados en el campamento de obra o por la propia actividad constructiva.
- Manual de Buenas prácticas Ambientales.

El contratista presentará con el acta de comprobación del replanteo un documento que precise cada uno de los sistemas y medios auxiliares concretos que aplicará a la obra. Este documento se presentará al Director de obra para su verificación.

10.1.1 Gestión de aceites usados:

Como consecuencia del cambio de aceite y lubricantes empleados en los motores de combustión y en los sistemas de transmisión de la maquinaria de construcción, el contratista se convierte, a efectos de la Orden de 28 de febrero de 1.989 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, en productor de dichos residuos tóxicos y peligrosos.

El Contratista deberá obtener información previa del órgano competente de la Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, en materia de gestión de aceites usados, acerca de las personas físicas o jurídicas que tienen autorización debida para la gestión de aceites usados: talleres, estaciones de engrase, garajes, transportistas y centros de tratamiento existentes, en cualquiera de sus modalidades (almacenamiento, recuperación, regeneración o combustión). Queda expresamente prohibido:

- Todo vertido de aceite usado en cauces de aguas superficiales, ya sean interiores, en aguas subterráneas, así como en sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas residuales.
- Todo depósito o vertido de aceite usado con efectos nocivos sobre el suelo, así como todo vertido incontrolado de residuos derivados del tratamiento de aceite usado.

El contratista vendrá obligado a realizar algunas de las acciones que se mencionan a continuación:

- Efectuar el cambio en centros de gestión autorizados (talleres, estaciones de engrase, etc.)
- Efectuar el cambio a pie de obra y entregar los aceites usados a persona autorizada para la recogida.
- Efectuar el cambio a pie de obra y realizar ellos mismos, con la debida autorización, el transporte hasta el lugar de gestión autorizado.
- Realizar la gestión completa mediante la oportuna autorización.
- Instalar un sistema de almacenamiento del agua de escorrentía en el parque de maquinaria y talleres con el fin de evitar arrastres de aceites y otros contaminantes a los cauces de las ramblas existentes.

10.1.2 Consideración de las áreas de exclusión para la ubicación de instalaciones auxiliares, así como de los préstamos y vertederos

La ubicación de las instalaciones y actividades auxiliares tales como: parque de maquinaria, almacén de materiales, casetas de obra, áreas de extracción de áridos, planta de machaqueo y lavado de áridos, vertederos de sobrantes de obra, etc., no se llevará a cabo dentro de las siguientes áreas, denominadas de exclusión, a saber:

- Lugares de Importancia Comunitaria (LICs).
- Hábitats de interés prioritario y/o comunitario.
- Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs).
- Espacios protegidos a nivel autonómico (por el Gobierno de Cantabria).
- Lugares de Interés Geológico (LIG).
- Espacios incluidos dentro de las áreas de sensibilidad para especies en peligro de extinción.
- Áreas de protección de yacimientos arqueológicos.
- Montes de Utilidad Pública

10.1.3 Vertederos

A efectos de disposición final de los vertederos, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar grandes alturas, como máximo 5 m, que sería la altura de una casa de los pueblos del entorno y no destacar por encima de la línea del horizonte; rebajando su altura, se reducirá aparentemente su volumen, suavizando su forma y adoptando un aspecto más natural.

Se efectuará un modelado final con formas suaves y redondeadas, cubriendo con materiales finos, a ser posible que no destaquen por su color, para de este modo conseguir morfologías semejantes a los rasgos del paisaje natural. Así mismo se aportará tierra vegetal y se realizará una hidrosiembra en los taludes y una siembra en superficie.

A efectos de integración en el paisaje de las zonas de préstamos, se procurará que los perfiles se inserten suavemente en el terreno circundante, limitando la extracción de forma que no se corte la línea del horizonte. Las instalaciones de obra, al ser instalaciones de tipo provisional, al finalizar las obras se procederá a su desmantelamiento, limpiando los restos de obra. La superficie afectada descompactará, se cubrirá con la tierra vegetal previamente retirada y se sembrará. Asimismo, se efectuará la limpieza del viario provisional de acceso a obras, restableciéndose a su forma original.

10.1.4 Elaboración de informes

Mensualmente el contratista emitirá un informe mensual en el que se recoja:

- Resultado de la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental.
- Ejecución de las Unidades de obra medioambientales según se vayan llevando a cabo.

Este informe servirá de base para el abono de la unidad de obra relativa a la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental. Además, en el Diario de Obra se anotarán todas las incidencias que en materia ambiental se hubieran producido a lo largo de la ejecución de las obras así como las acciones correctoras adoptadas.

En el caso particular de las unidades de obra de los trabajos de revegetación el contratista especificará:

- La mezcla y dosis utilizada para la siembra.
- La mezcla y dosis utilizada para la hidrosiembra.
- La dosis y tipo de mulch empleado en la hidrosiembra.
- Las especies arbustivas empleadas.
- Las cantidades y tipos de elementos coadyuvantes de las hidrosiembras y plantaciones realizadas.

11. DEMOLICIONES

La demolición consiste en el derribo de todas las construcciones que obstaculicen la obra, o que sea necesario hacer desaparecer para dar por terminada la ejecución de la misma. Su ejecución incluye, derribo de construcciones y retirada de los materiales de derribo.

Se clasifican según el procedimiento de ejecución:

- Elemento a elemento: los trabajos se efectúan siguiendo un orden, que corresponde al orden inverso seguido para la construcción.
- Por colapso: la demolición puede efectuarse mediante empuje, por impacto de bola de gran masa o mediante explosivos.

11.1 Ejecución:

Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos. Los trabajos se harán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas.

Cuando la construcción esté ubicada en zona urbana y su altura sea superior a cinco metros (5m), al comienzo de la demolición, se rodeará de una valla, verja o muro no menor de dos metros (2m) y a una distancia del edificio no menor de metro y medio (1,5m). Cuando dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento, luces rojas a distancia no mayor de diez metros (10m) y en las esquinas. En fachadas de edificios que den a la vía pública, se situarán protecciones como redes o lonas, así como una pantalla inclinada rígida, que sobresaldrá de la fachada no menos de dos metros (2m), que recoja los escombros o herramientas que puedan caer.

No se permitirán hogueras dentro del edificio, y las exteriores, estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.

Se protegerán los elementos de Servicio Público, que puedan ser afectados por la demolición.

Antes de iniciar la demolición se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las Compañías Suministradoras. Se taponará el alcantarillado y se revisarán los locales del edificio, comprobando que no existan almacenamiento de materiales combustibles o peligrosos, ni otras derivaciones de instalaciones que no procedan de las tomas del edificio, así como, si se han vaciado

todos los depósitos y tuberías. Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, con el fin de evitar la formación de polvo durante los trabajos.

Durante la demolición, si aparecen grietas en los edificios medianeros, se colocarán testigos, para observar los posibles efectos de la demolición y efectuar su apuntalamiento o consolidación, si fuese necesario.

11.1.1 Demolición elemento a elemento:

El orden de demolición se hará en general, de arriba hacia abajo, de tal forma que se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos. En elementos metálicos de tensión, se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte o suprimir las tensiones. Se apuntalarán los elementos en voladizo antes de aligerar sus contrapesos.

En general, se desmontarán sin trocear los elementos que puedan producir cortes o lesiones, y se realizará por piezas de tamaño manejable por una sola persona. El corte o desmontaje de un elemento, no manejable por una sola persona, se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto del edificio o a los mecanismos de suspensión.

El abatimiento de un elemento se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento de sus puntos de apoyo, mediante un mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento.

El vuelco, sólo podrá realizarse para elementos despiezables, no empotrados, situados en fachadas hasta una altura de dos plantas y todos los de planta baja. Será necesario, previamente, atirantar o apuntalar el elemento, rozar inferiormente un tercio (1/3) de su espesor o anular los anclajes, aplicando la fuerza por encima del centro de gravedad del elemento. Se dispondrá, en el lugar de caída, de suelo consistente y de una zona de lado no menor a la altura del elemento más la mitad de la altura desde donde se lanza. Las cargas se comenzarán a elevar lentamente, para comprobar si se producen anomalías, que podrán subsanarse después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial.

Se evitará la formación de polvo, regando ligeramente los elementos y/o escombros. Al finalizar la jornada no deben quedar elementos del edificio en estado inestable, de forma que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas no puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos del edificio que puedan ser afectados por ésta.

11.1.2 Demolición por empuje:

La altura del edificio o parte de él a demoler no será mayor de las dos terceras partes (2/3) de la altura alcanzable por la máquina. La máquina avanzará siempre sobre suelo consistente y los frentes de ataque no aprisionarán a la máquina, de forma que pueda girar siempre trescientos sesenta grados sexagesimales (360°).

No se empujará, en general, contra elementos no demolidos previamente, de acero ni de hormigón armado. Se habrá demolido previamente, elemento a elemento, la parte del edificio que está en contacto con medianerías, dejando aislado el tajo de la máquina. Se empujará en el cuarto superior de la altura de los elementos verticales y siempre por encima de su centro de gravedad. Cuando haya planos inclinados, como faldones de cubierta, que puedan deslizar sobre la máquina, deberán demolerse previamente.

11.1.3 Demolición por impacto de bola de gran masa o mediante explosivos:

Requieren un estudio especial en cada caso.

11.1.4 Retirada de los materiales de derribo:

El Director de las Obras suministrará una información completa sobre el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones que sea preciso ejecutar. Los materiales de derribo que vayan a reutilizarse en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Director.

11.2 Demolición de tabiques:

Se demolerán, en general, los tabiques de cada planta antes de derribar el forjado superior. Cuando el forjado haya cedido, no se quitarán los tabiques sin apuntalar previamente éste.

Los tabiques de ladrillo se derribarán de arriba hacia abajo.

11.3 Demolición de cerramientos:

Podremos realizar la demolición de muros:

- A mano: para ello lo haremos desde el andamio previamente instalado por el exterior y trabajando sobre su plataforma.
- Por tracción: mediante maquinaria o herramienta adecuada, alejando al personal de la zona de vuelco y efectuando el tiro a una distancia no superior a vez y media la altura del muro a demoler.

- Por empuje: con la misma técnica que la empleada para la tabiquería.

Se demolerán, en general, los muros de cerramiento no resistentes, después de haber demolido el forjado superior o cubierta y antes de derribar las vigas y pilares del nivel en que se trabaja. Se apuntalarán los elementos en voladizo antes de aligerar sus contrapesos.

El vuelco sólo podrá realizarse para elementos despiezables, no empotrados, situados en fachadas hasta una altura de dos plantas y todos los de planta baja.

Si los cerramientos son prefabricados, se levantará, en general, un nivel por debajo del que se está demoliendo, quitando previamente los vidrios. Se podrá desmontar la totalidad de los cerramientos prefabricados cuando no se debiliten los elementos estructurales, disponiendo, en este caso, protecciones provisionales en huecos que den al vacío.

11.4 Demolición de carpintería y cerrajería:

Cuando se retiren carpinterías y cerrajerías en plantas inferiores a la que se está demoliendo, no se afectará la estabilidad del elemento estructural en el que estén situadas y se dispondrán en los huecos que den al vacío, protecciones provisionales. Los cercos se desmontarán, en general, cuando se vaya a demoler el elemento estructural en el que estén situados.

11.5 Control y criterios de aceptación y rechazo:

Durante la ejecución, se vigilará y se comprobará que se adoptan las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución de la demolición se adaptan a la reglamentación.

11.6 Medición y abono:

Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m³) o por metros cuadrados (m²) según se haya indicado en Proyecto. Si en los documentos del proyecto no se hace referencia alguna a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendida en las de excavación, y por tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

Se medirá y valorará:

- Tabiques en metros cuadrados (m²).
- Fábrica de ladrillo macizo en metros cúbicos (m³).
- Muros de mampostería en metros cúbicos (m³).
- Muros de bloque en metros cuadrados (m²).

- El levantado de carpintería se medirá y valorará por unidad, incluso, marcos, hojas y accesorios.

Se tendrá en cuenta, además, la retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero y el aprovechamiento de material y retirada del mismo, sin transporte a almacén.

12. AGOTAMIENTOS Y OBRAS DE DRENAJE

12.1 Agotamientos:

Se define, como el conjunto de operaciones necesarias para recoger y evacuar las aguas que irruman en las zonas de trabajo, cualquiera que sea su origen, siempre que sea obligada su elevación mediante bombas o máquinas similares.

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 subterráneas, bombeando si fuese necesario, y conduciéndolas hasta las zonas que indique el Director de las Obras, sin causar problemas de erosión o de estabilidad del terreno. 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 limpiar y reparar 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 y aprobado por el Director, sin que el primero se exima de responsabilidades.

Las bombas de agua o de fangos, deberán tener la capacidad suficiente para mantener el nivel del 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.

En el caso de que las aguas a agotar contengan depósitos, se deberán adoptar las medidas necesarias para la eliminación de las mismas, especialmente cuando el vertido se haga a redes de saneamiento.

12.1.1 Medición y abono:

Se abonarán por unidad de energía consumida por el grupo motobomba.

En los agotamientos necesarios para la ejecución de excavaciones, se instará a este mismo apartado del artículo "Excavación en explanación".

12.2 rebajamiento del nivel freático:

12.2.1 Clasificación:

12.2.1.1 Wellpoint

Bombeo con bombas de succión de pequeño a mediano caudal, desde pozos poco espaciados de un metro y medio (1,5m) a tres (3m), con altura máxima menor de siete metros (7m). Se recomienda para rebajamientos de nivel de poca altura, para recintos de pequeñas dimensiones y en suelos estratificados con baja permeabilidad. Se utiliza, para alturas mayores a la máxima citada, instalando redes escalonadas a distintos niveles.

12.2.1.2 Wellpoint con inyección:

Se utiliza alternativamente en los casos en que sería precisa la instalación de redes wellpoints de succión a distintos niveles, ya que no tiene limitación de altura de la succión, pues el caudal de agua es arrastrado en este caso, mediante venturis colocados en los pozos por los que circula el agua bombeada a gran velocidad.

12.2.1.3 Método de pozos profundos:

Se utiliza en el rebajamiento de acuíferos homogéneos que se desarrollan bajo el fondo de un recinto a desecar de grandes dimensiones, en terrenos muy permeables. En este caso se disponen bombas sumergidas de gran caudal en pozos de gran profundidad y muy separados entre sí.

12.2.2 Estudio previo a la ejecución de los trabajos:

12.2.2.1 Estudio del terreno:

Si los informes, reconocimientos y ensayos incluidos en el Proyecto, no tuviesen el detalle suficiente o la orientación adecuada para que puedan servir de base fiable para el estudio del rebajamiento del nivel freático, será obligatorio realizar un estudio geológico, geotécnico e hidrogeológico complementario, mediante los reconocimientos, ensayos y pruebas que a propuesta del Contratista y de conformidad con el Director de las Obras, sea preciso llevar a cabo. Sin embargo, esto, no excluye la responsabilidad y obligación del Contratista de poner gratuitamente a disposición del Director cuantos informes y estudios del terreno tenga a su disposición o que pudiera recopilar por su cuenta.

12.2.2.2 Estudio de ejecución:

El Contratista deberá presentar al Director de las Obras, para su aceptación, el Estudio de ejecución del rebajamiento del nivel freático, que contendrá:

- Naturaleza y características geotécnicas.
- Características hidrogeológicas del freático o freáticos afectados.
- Planta y profundidad de la zona que se pretende dejar en seco.
- Los métodos previstos de excavación y contención de suelos.
- El destino y las condiciones de funcionamiento en explotación de la obra a construir, y particularmente si va a ser preciso para ello el mantenimiento, en todo o parte, del rebajamiento, después de finalizar la obra.
- La seguridad de estructuras próximas, preexistentes.
- La seguridad del personal.

El estudio presentado por el Contratista deberá definir y justificar:

- Hipótesis de partida.
- Hipótesis de cálculo.
- Tipo de rebajamiento previsto.
- Características y posición de elementos previstos.
- Procedimientos de instalaciones.
- Situación de la red completa.
- Suministro de energía.
- Programa de seguimientos del rebajamiento y de la prueba del sistema instalado antes de proceder al rebajamiento total que permita comprobar su capacidad para ello.
- Medidas a tomar para la seguridad de todos los posibles afectados que se especifiquen en el punto anterior.

12.2.3 Ejecución de los trabajos:

Durante todo el periodo de utilización del rebajamiento, el Contratista atenderá al mantenimiento en buenas condiciones de funcionamiento de todo el sistema, cuidando en especial:

- Evitar las fugas de la red de evacuación que puedan dar lugar a deterioros en la obra o el suelo, y a un mayor gasto del sistema.
- Mantener todo el sistema, en especial la red eléctrica, en perfectas condiciones de seguridad para los operarios y terceras personas.
- Mantener el equipo de bombeo en buenas condiciones de funcionamiento.
- Redactar un parte diario de incidencias, niveles freáticos mantenidos, consumos energéticos y estimación de volumen extraído.
- Presentar al Director de las Obras un parte semanal, resumen del diario, con los extremos que éste considere oportunos.
- Informar de modo inmediato a la dirección de todas las incidencias del rebajamiento que puedan tener consecuencias: anormal arrastre de sólidos, movimientos de taludes, etc.

12.2.4 Medición y abono:

La medición y abono de esta unidad se realizará de acuerdo a lo que se estipule en Proyecto.

13. MOVIMIENTO DE TIERRAS

13.1 Despeje y desbroce del terreno:

La unidad de obra despeje y desbroce del terreno consiste en extraer y retirar de la zona de excavación todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basura o cualquier otro material indeseable, así como la excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación.

Es todo aquel conjunto de operaciones necesarias para dejar la superficie del terreno apta para la ejecución de los trabajos de replanteo.

13.1.1 Ejecución:

Las operaciones de despeje y desbroce 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 Técnica, quién designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto verificadas o definidas durante la obra. Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará, que los que han de derribarse, caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles, al tráfico o a construcciones próximas, los árboles se irán troceando por su copa y tronco progresivamente. Si para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se precisa levantar vallas o cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán a lo que sobre el particular ordene el Director. Al excavar la tierra vegetal se pondrá cuidado en no convertirla en barro, para lo cual se utilizará maquinaria ligera e incluso, si la tierra está seca se podrán emplear motoniveladoras para su remoción.

Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50cm) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15cm) bajo la superficie natural del terreno. Fuera de la explanación los tocones podrán dejarse cortados al ras del suelo. Las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente. Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones que, al respecto, dé el Director.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados; luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición del Ayuntamiento, separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. El Contratista no estará obligado a trocear la madera a longitud inferior a tres metros (3m).

La tierra vegetal que no haya de utilizarse posteriormente o que se rechace, así como los subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento, se transportarán a un vertedero.

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

13.1.2 Retirada y disposición:

La tierra vegetal que no haya de utilizarse posteriormente o que se rechace, así como los subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento, se transportarán a vertedero o serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene el Director de las Obras. Serán quemados, cuando esta operación esté permitida, así como los restantes materiales, serán eliminados o utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director.

La tierra vegetal deberá colocarse en su emplazamiento definitivo en el menor tiempo posible. Si no pudiera ser así, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2m).

Si se proyecta enterrar los materiales del desbroce, se extenderán en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar esos posibles huecos, y sobre la superior deben extenderse al menos, treinta centímetros (30cm), de suelo compactado adecuadamente.

13.1.3 Control de ejecución:

El control de ejecución tiene por objeto vigilar y comprobar que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado en el Pliego y a lo indicado por el Director durante la marcha de la obra.

Dadas las características de las operaciones, el control se efectuará mediante inspección ocular.

13.1.4 Control geométrico:

El control geométrico tiene por objeto comprobar que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado en los Planos y en el PCTP.

La comprobación se efectuará de forma aproximada con mira o cinta métrica de 30m. Las irregularidades deberán ser corregidas por el Contratista. Serán a su cargo, asimismo, los posibles daños al sobrepasar el área señalada.

13.1.5 Normativa:

Se podrá utilizar como referencia siempre que no se oponga a ninguna disposición del CTE la siguiente documentación:

NTE-ADE Normas Tecnológicas de la Edificación. Acondicionamiento del terreno, desmontes.

13.1.6 Medición y abono:

La unidad de despeje y desbroce se medirá en metros cuadrados (m²) sobre el terreno, midiéndose aparte los árboles y tocones eliminados. Se medirá la superficie en proyección horizontal, según los criterios del proyecto.

Si en los documentos del Proyecto no figura esta unidad de obra, se entenderá que, a los efectos de medición y abono, será considerado como excavación a cielo abierto, y por lo tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

13.2 Excavación en explanación:

Es la excavación a cielo abierto para rebajar el nivel del terreno y obtener una superficie regular definida por los planos, donde han de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente formar una explanada.

Se incluyen en esta unidad, la ampliación de trincheras, la mejora de taludes en desmonte y la excavación adicional en suelos inadecuados, ordenadas por el Director de las Obras.

Se contemplan los siguientes tipos de terreno en su estado inicial en excavaciones:

- Roca: comprende todas las masas de roca, terrenos estratificados y todos aquellos materiales que tengan las características de una roca masiva o que estén cementados tan sólidamente que sólo puedan ser excavados utilizando explosivos. Este carácter estará definido por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.
- Terreno de tránsito: son los terrenos formados por rocas blandas, descompuestas, alteradas, tierras muy compactas y todas aquellas que para su excavación no sea necesario el empleo de explosivos y sea preciso la utilización de un "Ripper", es decir, escarificadores profundos y pesados. La calificación de terreno de tránsito, estará definida por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

- Tierras: comprenden todos los terrenos no incluidos en los dos apartados anteriores y que son excavables por medios manuales, aunque por razones económicas se utilicen normalmente medios mecánicos.

En el Proyecto, se indicará explícitamente, si la excavación ha de ser "clasificada" o "no clasificada". Si usamos la "excavación clasificada", el Contratista determinará durante la ejecución, y notificará por escrito, para su aprobación, al Director de las Obras, las unidades que correspondan a excavaciones en roca, en terreno de tránsito y en tierras, teniendo en cuenta para ello las definiciones anteriores, y los criterios definidos por el Director de las Obras.

13.2.1 Ejecución:

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información, contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras. El orden y la forma de ejecución se ajustarán a lo establecido en el Proyecto.

El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de las Obras, el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo. Las excavaciones deberán realizarse por procedimientos aprobados, mediante el empleo de equipos de excavación y transporte apropiados a las características, volumen y plazo de ejecución de las obras.

Se solicitará a las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Durante la ejecución de los trabajos, se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso 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.

13.2.2 Sostenimiento y entibaciones:

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran

causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el Proyecto, ni hubieran sido ordenados por el Director.

Con independencia de lo anterior, el Director podrá ordenar la colocación de apeos, protecciones, refuerzos o cualquier otra medida de sostenimiento o protección en cualquier momento de la ejecución de la obras.

13.2.3 Evacuación de las aguas y agotamientos:

El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. A estos fines construirá las protecciones, zanjas y cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios, de modo que no se erosionen los taludes. El agua de cualquier origen que sea y que, a pesar de las medidas tomadas, irrumpa en la zonas de trabajo o en los recintos ya excavados y la que surja en ellos por filtraciones, será recogida, encauzada y evacuada convenientemente, y extraída con bombas u otros procedimientos si fuese necesario. Tendrá especial cuidado en que las aguas superficiales sean desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

13.2.4 Tierra vegetal:

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto u ordene el Director de las Obras, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene la dirección de las Obras o indique el Proyecto y se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal, se realizará cumpliendo las prescripciones del PG-3, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

13.2.5 Empleo de los productos de excavación:

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el Proyecto, o que señale el Director, y se transportarán directamente a las zonas previstas o a las que, en su defecto, señale el Director de las Obras.

En el caso de excavación por voladura en roca, el procedimiento de ejecución, deberá proporcionar un material adecuado al destino definitivo del mismo, no siendo de abono las operaciones de ajuste de la

granulometría del material resultante, salvo que dichas operaciones estén incluidas en otra unidad de obra.

Los fragmentos de rocas o bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras, se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras. Los que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte de tierras, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso, podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así está definido en el Proyecto o lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

Los materiales excavados no aprovechables, se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales, serán definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizará el Director de las Obras a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa, los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de las Obras.

En general, no se desechará ningún material excavado, sin la previa autorización del Director de las Obras.

13.2.6 Excavación en roca:

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables, o la cimentación de la futura explanada presente cavidades que puedan retener el agua, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, en la forma que ordene el Director de las Obras.

Se cuidará especialmente, la subrasante que se establezca en los desmontes en roca, debiendo ésta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe, se deberán eliminar éstas mediante la aplicación de hormigón de saneo que genere la superficie de la subrasante, de acuerdo con los planos establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas en el Proyecto, no siendo estas operaciones de abono.

Cuando se prevea el empleo de los productos de la excavación en roca, en la formación de pedraplenes, se seguirán además las prescripciones del PG-3.

Cuando interese de manera especial, que las superficies de los taludes excavados presenten una buena terminación y se requiera, por tanto, realizar la operaciones precisas para tal fin, se seguirán las prescripciones del PG-3.

El Director de las Obras, podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos o dañinos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

13.2.7 Préstamos y caballeros:

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de las Obras, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede. El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación. El Contratista no excavará más allá de los límites y cotas establecidas.

Los préstamos deberán excavarse disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan la acumulación de agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de las Obras ordene al respecto. Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde cualquier punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente, respecto a su posible impacto ambiental.

Los caballeros, o depósitos de tierra, que se forman, deberán tener forma regular, y superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Director de las Obras, se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones. El material

vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Cuando tras la excavación de la explanada, aparezca suelo inadecuado, en los taludes o en la explanada, el Director de las Obras podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por otros de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y de la colocación de este relleno, se tomarán perfiles transversales.

13.2.8 Taludes:

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso, que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá lo dispuesto en el PG-3.

Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de esta. La zanja se mantendrá abierta el mínimo tiempo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo, se tendrá especial cuidado, en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, para la disminución de los efectos antes citados.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., bien porque estén previstas en el Proyecto o porque sean ordenadas por el Director, dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por la Dirección Técnica. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

13.2.9 Control de ejecución:

13.2.9.1 Control de ejecución:

Tiene por objeto vigilar y comprobar que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado en el Proyecto.

Los resultados deberán ajustarse al Proyecto y a lo indicado por el Director de las Obras, durante la marcha de las mismas.

13.2.9.2 Control geométrico:

Su objeto es la comprobación geométrica de las superficies resultantes de la excavación terminada, en relación con los Planos y el Proyecto.

Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada veinte metros (20m) como mínimo. Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por el Contratista y en el caso de exceso de excavación no se computarán a efectos de medición y abono.

13.2.9.3 Tolerancias geométricas de terminación de las obras:

Deberán ser fijadas, al menos, las siguientes tolerancias:

- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), ente los planos o superficies de los taludes previstos y los realmente construidos, quedando fijada la zona en la que el talud sería admisible y en la que será rechazado debiendo volver el Contratista a reperfil el mismo.
- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), en la desviación sobre los planos o superficies de explanación entre los previstos y los realmente construidos, quedando definida la zona en la que la superficie de explanación será admisible y en la que sería rechazada, debiendo el Contratista rectificarla.
- Tolerancia máxima en pendientes y fondos de cunetas, así como de su situación en planta, expresada en centímetros (cm), sobre los planos previstos en Proyecto y los realmente construidos, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada, debiendo el Contratista proceder a su rectificación.
- Tolerancia máxima en drenajes, tanto en pendientes como en fondos y planta, expresada en centímetros (cm), sobre los planos previstos en Proyecto y los realmente construidos, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada, debiendo el Contratista proceder a su rectificación.

Todo tipo de operaciones de rectificación por incumplimiento de tolerancias, no será de abono al Contratista, corriendo todas estas operaciones de su cuenta.

13.2.10 Normativa:

- Normas UNE: 24013/1953: Nomenclatura de terrenos para excavaciones y materiales de construcción.
- Ordenanzas municipales.
- Convenios colectivos sectoriales.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales: Ley 31/1995 del 8 de noviembre.
- Reglamento electrotécnico para Baja tensión.
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas

- Se podrá utilizar como referencia siempre que no se oponga a ninguna disposición del CTE la siguiente documentación:
 - NTE-ADV. Normas Tecnológicas de la Edificación. Acondicionamiento del terreno, vaciados.
 - NTE-ADE. Normas Tecnológicas de la Edificación. Acondicionamiento del terreno, desmontes, zanjas y pozos.

13.2.11 Medición y abono:

Las excavaciones para explanación se abonarán por metro cúbico (m³), medidos sobre los planos de perfiles transversales, una vez se haya comprobado que dichos perfiles son correctos, se le aplicará un factor de esponjamiento del material excavado según el material. En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballetes, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad. No se incluye en el precio la formación de acopios intermedios para su posterior utilización en obra.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su ubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén, si es que existe precio independiente en el Cuadro de Precios Número 1 del Proyecto para este concepto. De no ser así, esta excavación se considerará incluida dentro de la unidad de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en el Proyecto, o las ordenes escritas del Director de las Obras, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de las Obras, podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones realizadas, con las especificaciones que aquél estime oportunas, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellas se realice algún tipo de relleno.

13.3 Excavación en vaciados:

Las operaciones de vaciado, consisten en toda excavación realizada a cielo abierto que en todo su perímetro queda por debajo del nivel del suelo.

El vaciado se podrá hacer:

- Sin construir previamente estructura de contención, que a su vez puede realizarse: por corte vertical para hacer luego la estructura de contención, por corte en taludes: dejando el talud como

contención definitiva, realizando la contención por delante del talud, rellenando su trasdós y realizándola por detrás mediante corte por bataches.

- Habiéndola construido previamente en sus paredes: con muros de contención o con pantallas.

13.3.1 Ejecución:

Antes de empezar el vaciado, el Director de las Obras, aprobará el replanteo realizado, así como los accesos propuestos que serán clausurables y separados para peatones y vehículos de carga o máquinas.

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de un metro (1m). Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control.

Para las instalaciones que puedan ser afectadas por el vaciado, se recabará de sus Compañías la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el vaciado.

Durante la excavación, y a la vista del terreno descubierto, el Director de las Obras podrá ordenar mayores profundidades que las previstas en los Planos, para alcanzar capas suficientemente resistentes de roca o suelo, cuyas características geométricas o geomecánicas satisfagan las condiciones del proyecto. La excavación no podrá darse por concluida hasta que el director de las Obras lo ordene. Cualquier modificación, respecto de los Planos, de la profundidad o dimensiones de la excavación no dará lugar a variación de los precios unitarios.

En el caso de suelos coherentes, o rocas meteorizables, la excavación de los últimos treinta centímetros (30cm) del fondo, se ejecutará inmediatamente antes de iniciar la construcción de la fábrica del cimiento, a menos que se cubra el fondo con hormigón de limpieza

La excavación se profundizará lo suficiente para que, en el futuro, el cimiento no resulte descalzado o sufra menoscabo de su seguridad por efecto de la erosión producida por corriente de agua o a causa de las excavaciones de ulteriores obras previstas. Si del examen del terreno descubierto en la excavación, el Director de las Obras, dedujese la necesidad o la conveniencia de variar el sistema de cimentación previsto en el Proyecto, se suspenderán los trabajos de excavación hasta la entrega de nuevos planos al Contratista, sin que por tal motivo tenga éste derecho a indemnización.

13.3.1.1 Sostenimientos y entibaciones:

El diseño, dimensionamiento y cálculo de las entibaciones y sostenimientos, serán de exclusiva responsabilidad del Contratista. No obstante, deberá presentar al Director de las Obras, cuando éste lo requiera, los planos y cálculos justificativos de la entibación y de cualquier otro tipo de sostenimiento. El Director podrá ordenar el aumento de la capacidad resistente o de la flexibilidad de la entibación. El Contratista será responsable, en cualquier caso, de los perjuicios que se deriven de la falta de entibación, de sostenimientos y de su incorrecto cálculo y ejecución.

El borde superior de la entibación se elevará por encima de la superficie del terreno, como mínimo diez centímetros (10cm). Los arriostramientos se distribuirán de forma que el espacio de trabajo de obstruya lo menos posible. Para el acceso del personal se colocarán escaleras o escalas fijas y se prohibirá el trepar por los elementos de entibación. El Contratista está obligado a mantener vigilancia permanente del comportamiento de las entibaciones y sostenimientos, y a reforzarlos o sustituirlos si fuera necesario.

13.3.1.2 Evacuación de las aguas y agotamientos:

El Contratista mantendrá la excavación en cimientos, libre de agua durante los trabajos de excavación, de construcción del cimiento y del relleno posterior. Para ello dispondrá de bombas de agotamiento, desagües y canalizaciones de capacidad suficiente.

Los pocillos de acumulación y aspiración del agua se situarán fuera del perímetro de la cimentación, y la succión de las bombas, no producirá socavación o erosiones del terreno de cimentación ni del hormigón recién colocado.

El nivel de las aguas se mantendrá por debajo de la cota más baja de los cimientos, y se evitará que el agua fluya a través del hormigón fresco recién colocado.

13.3.1.3 Excavación en roca:

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Cuando las diaclasas y fallas encontradas en la roca de cimentación presenten buzamientos o direcciones propicias al deslizamiento del terreno de cimentación, estén abiertas o rellenas de material milonitizado o arcilloso, o bien destaquen sólidos excesivamente pequeños, se profundizará la excavación hasta encontrar terreno en condiciones favorables para la cimentación. En los sistemas de diaclasas, las individuales de cierta importancia y las fallas, aunque no se consideren peligrosas, se representarán en planos, en su posición, dirección y buzamiento, indicando clase de material de relleno y se señalará en el terreno, fuera de la superficie a cubrir por la obra, facilitando la eficiencia de posteriores tratamientos con inyecciones, anclajes u otros.

13.3.1.4 Nivelación, compactación y saneo del fondo:

En la superficie del fondo de la excavación, se eliminarán la tierra y los trozos de roca sueltos, así como las capas de terreno inadecuado o de roca alterada, que por su dirección o consistencia pudieran debilitar la resistencia del conjunto. Se limpiarán grietas y hendiduras, rellenándolas con hormigón o material compactado, según disponga el Director de las Obras.

En los casos en que lo indiquen los Planos, o el Director de las Obras, el fondo de la cimentación se nivelará, rellenando los excesos de excavación con material adecuado, debidamente compactado, hasta obtener una rasante determinada, con una diferencia máxima de dos centímetros (2cm), en más o en menos, con respecto a la cota establecida para cada punto. Estos trabajos se consideran incluidos en los precios unitarios de excavación y por ellos el Contratista no tendrá derecho a percibir abono adicional alguno.

13.3.1.5 Condiciones de seguridad:

Antes del vaciado: el solar estará rodeado de una valla, verja o muro, de altura no menor a dos metros (2m). Se situarán a una distancia del borde del vaciado, no menor de un metro y medio (1,5m). Cuando dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento luces rojas, distanciadas no más de diez metros (10m) así como en las esquinas. Cuando entre el cerramiento y el borde del vaciado exista separación suficiente, se acotará con vallas móviles o banderolas, hasta una distancia no menor de dos veces la altura del vaciado en ese borde. Cuando se derriben árboles, se acotará la zona. La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.

- Durante el vaciado: los vehículos de carga antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno, de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni menor de seis metros (6m). Las rampas serán de ancho mínimo cuatro metros y medio (4,5m), conservarán el talud lateral que exija el terreno y sus pendientes no serán mayores del doce por ciento (12%). Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. El conductor podrá contar con otro en el exterior del vehículo cuando lo necesite. Se dispondrán topes de seguridad cuando la máquina se acerque al borde del vaciado. No sea acumulará terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del vaciado. El refino y saneo de las paredes se hará para cada profundidad parcial no mayor de tres metros (3m). En zonas o pasos con riesgo de caídas, el operario llevará un cinturón de seguridad anclado a un punto fijo o se pondrán andamios o barandillas. El vaciado deberá estar suficientemente iluminado. Diariamente y antes de comenzar, se revisarán entibaciones y si hay asientos apreciables en construcciones próximas, y al final de la jornada, no deben quedar paños excavados sin entibar.
- Después del vaciado: alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, si las hubiese. Cuando se haga la consolidación definitiva de paredes y fondo, se conservarán contenciones, apuntalamientos y apeos, y en el fondo se mantendrá el desagüe necesario para que no se acumulen aguas.

13.3.2 Control y criterios de aceptación y rechazo:

13.3.2.1 Control de ejecución:

El control de ejecución tiene por objeto vigilar y comprobar que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado.

Los resultados deberán ajustarse a lo indicado por el Director de las Obras, durante la marcha de la obra.

13.3.2.2 Control geométrico:

Su objeto es la comprobación geométrica de las superficies resultantes de la excavación terminada en relación con los planos. Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por el Contratista y en el caso de exceso de excavación no se computarán a efectos de medición y abono.

13.3.3 Normativa:

Se podrá utilizar como referencia siempre que no se oponga a ninguna disposición del CTE la siguiente documentación:

NTE-ADV Norma Tecnológica de la Edificación. Acondicionamiento de terrenos, Vaciados.

13.3.4 Medición y abono:

Las excavaciones para vaciados se abonarán por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de perfiles transversales, una vez se haya comprobado que dichos perfiles son correctos, se le aplicará un factor de esponjamiento del material excavado según el material. En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballetes, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad. No se incluye en el precio la formación de acopios intermedios para su posterior utilización en obra.

Si por conveniencia del Contratista, aún con la conformidad del Director de las Obras, se realizaran mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del Proyecto, el exceso de excavación así como un ulterior relleno de dicha demasía, no será de abono al Contratista, salvo que dichos aumentos sean obligados por causa de fuerza mayor y hayan sido expresamente ordenados, reconocidos y aceptados, con la debida anticipación por el Director de las Obras.

No serán objeto de abono independiente de la unidad de excavación, la demolición de fábricas antiguas, los sostenimientos del terreno y entibaciones y la evacuación de las aguas y agotamientos, excepto en el caso de que el Proyecto estableciera explícitamente unidades de obra de abono directo no incluido en los precios unitarios de excavación, o cuando por la importancia de los tres conceptos indicados así lo decidiera el Director de las Obras, aplicándose para su medición y abono las normas establecidas para demoliciones y agotamientos.

13.4 Excavación en zanjas y pozos:

Conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, con el consiguiente transporte de productos removidos a depósitos o lugar de empleo.

Es toda excavación de tierras en las que predomina la longitud respecto a las otras dimensiones. Se realiza por medios manuales o mecánicos con ancho no mayor a dos metros (2m) ni profundidad superior a siete metros (7m) y nivel freático inferior o rebajado.

13.4.1 Ejecución:

El Contratista notificará al Director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de las Obras.

Efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de las Obras, autorizará la iniciación de las obras de excavación, que continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de la Obras podrá modificar la profundidad, sí, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario para asegurar una cimentación satisfactoria.

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los Planos y órdenes del Director de las Obras, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados, tendrán forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5cm), con respecto a las superficies teóricas.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno del fondo de la excavación, en el intervalo de tiempo que medie entre, excavación y ejecución de la cimentación u obra correspondiente.

El Contratista efectuará la excavación del material inadecuado para la cimentación, y lo sustituirá por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de las Obras.

El Contratista realizará la excavación en zanja utilizando los métodos y equipos de maquinaria adecuados para ejecutar las obras, en los plazos señalados en el Programa de Trabajos aprobado y con la calidad exigida. Previo al inicio de las excavaciones, el Contratista está obligado a someter a la aprobación del Director de las Obras, el programa de excavaciones, los métodos a seguir y los equipos de maquinaria a emplear.

13.4.1.1 Excavación del fondo de la zanja:

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la zanja no deberá permanecer abierta a su rasante final, más de ocho días sin que sea colocada y cubierta la tubería o conducción a instalar en ella. El Director podrá autorizar la excavación en zanja, en estos terreno, hasta alcanzar un nivel equivalente a treinta centímetros (30cm) por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar, y luego excavar en una segunda fase, el resto de la zanja, hasta la rasante definitiva del fondo. Los fondos, se limpiarán de todo material suelto, y sus grietas y hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería o conducción. Si los huecos son de profundidad mayor que el espesor de la cama o apoyo, el tipo y calidad del relleno serán los que indique el Director.

13.4.1.2 Empleo de productos de excavación. Caballeros:

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballeros situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de sesenta centímetros (60cm) y dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

13.4.1.3 Evacuación de aguas y agotamiento:

El Contratista tomará las precauciones precisas para evitar que las aguas superficiales inunden las zanjas abiertas. Realizará también los trabajos de agotamiento y evacuación de las aguas que irruman en la zanja, cualquiera que sea su origen. El agotamiento desde el interior de una cimentación, deberá ser hecho de forma que evite la segregación del hormigón de la cimentación, y en ningún caso, se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24h) desde el hormigonado.

13.4.1.4 Taludes:

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados según los Planos y órdenes del Director, resulten inestables, y den origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

13.4.1.5 Medidas de protección y seguridad:

El Contratista pondrá en práctica cuantas medidas de protección, cubrición de zanjas, barandillas, señalización balizamientos y alumbrado, sean necesarias para evitar la caída de personas o del ganado a las zanjas. Éstas medidas deberán ser sometidas a la conformidad del Director de las Obras, que por su parte, podrá ordenar la colocación de otras o la mejora de las realizadas por el Contratista, si lo considera necesario.

Cuando se trate de excavaciones con explosivos, se tendrá especial cuidado en el cumplimiento de lo establecido en materia de seguridad. En zonas pobladas se anunciarán las voladuras con suficiente antelación y se tomarán las medidas precisas, no sola para impedir daños, sino para evitar sobresaltos al vecindario.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo y de las Ordenanzas Municipales.

13.4.1.6 Entibación:

El Contratista estará obligado a efectuar las entibaciones, de zanjas y pozos, que sean necesarias para evitar desprendimientos del terreno, sin esperar indicaciones u órdenes del Director de las Obras, siempre que por las características del terreno y la profundidad de excavación, no sean seguros los trabajos. Deberá presentar los Planos al Director de las Obras y los cálculos justificativos de la entibación, con una antelación no inferior a treinta (30) días. Aunque la responsabilidad de las entibaciones, es exclusiva del Contratista, el Director de las Obras, podrá ordenar el refuerzo o modificación de las

mismas, en caso de considerarlo necesario. El Contratista será el responsable, de los perjuicios que se deriven de la falta de entibación, de sostenimientos y de su incorrecto cálculo o ejecución.

13.4.1.7 Pasos sobre la zanja. Instalaciones existentes:

El Contratista estará obligado a realizar las obras manteniendo en perfecto funcionamiento los servicios e instalaciones existentes, tanto en superficie como en el subsuelo, debiendo cerciorarse, antes, de su situación y condición de funcionamiento. Deberá mantener el servicio de caminos y demás vías de comunicación de uso público o privado.

13.4.1.8 Tolerancias de superficies acabadas:

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros ($\pm 5\text{cm}$) respecto de las superficies teóricas.

13.4.2 Control y criterios de aceptación y rechazo:

13.4.2.1 Control de ejecución:

El control de ejecución tiene por objeto vigilar y comprobar que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado.

Los resultados deberán ajustarse a lo indicado por el Director de las Obras, durante la marcha de las mismas.

13.4.2.2 Control geométrico:

Su objeto es comprobar que el fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tienen la forma y dimensiones, exigidos en los planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados. Las irregularidades que sobrepasen las tolerancias admitidas deberán ser refinadas por el Contratista a su coste y de acuerdo con las instrucciones de la Dirección Técnica.

13.4.3 Normativa:

Se podrá utilizar como referencia siempre que no se oponga a ninguna disposición del CTE la siguiente documentación:

NTE-ADZ Norma Tecnológica de la Edificación. Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Zanjas.

13.4.4 Medición y abono:

La excavación en zanja y pozo se abonará por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de perfiles transversales, una vez se haya comprobado que dichos perfiles son correctos, se le aplicará un factor de esponjamiento del material excavado según el material. En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballetes, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad. No se incluye en el precio la formación de acopios intermedios para su posterior utilización en obra.

Si por conveniencia del Contratista, aún con la conformidad de la Dirección Técnica, se realizarán mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del Proyecto, el exceso de excavación, así como el ulterior relleno de dicha demasía, no será de abono al Contratista, salvo que dichos aumentos sean obligados por causa de fuerza mayor y hayan sido expresamente ordenados, reconocidos y aceptados, con la debida anticipación por la Dirección Técnica.

No serán objetos de abono independientes de la unidad de excavación, la demolición de fábricas antiguas, los sostenimientos del terreno y entibaciones y la evacuación de las aguas y agotamientos, excepto en el caso de que el Proyecto estableciera explícitamente unidades de obra de abono directo no incluido en los precios unitarios de excavación, o cuando por la importancia de los tres conceptos indicados así lo decidiera la Dirección Técnica, aplicándose para su medición y abono las normas establecidas en este Pliego.

El empleo de maquinaria zanjadora, con la autorización de la Dirección Técnica, cuyo mecanismo activo dé lugar a una anchura de zanja superior a la proyectada, si bien no dará lugar a sanción por exceso de excavación, tampoco devengará a favor del Contratista el derecho a percepción alguna por el mayor volumen excavado ni por el siguiente relleno.

13.5 Entibación de zanjas y pozos:

Se define como la construcción provisional de madera, acero o mixta, que sirve para sostener el terreno y evitar desprendimientos y hundimientos en las excavaciones en zanja y pozo durante su ejecución, hasta la estabilización definitiva del terreno mediante las obras de revestimiento o de relleno del espacio excavado.

El Contratista estará obligado a efectuar las entibaciones, de zanjas y pozos, que sean necesarias para evitar desprendimientos del terreno, sin esperar indicaciones u órdenes del Director de las Obras, siempre que por las características del terreno y la profundidad de excavación, no sean seguros los trabajos. Deberá presentar los Planos al Director de las Obras y los cálculos justificativos de la entibación, con una antelación no inferior a treinta (30) días. Aunque la responsabilidad de las entibaciones, es

exclusiva del Contratista, el Director de las Obras, podrá ordenar el refuerzo o modificación de las mismas, en caso de considerarlo necesario. El Contratista será el responsable, de los perjuicios que se deriven de la falta de entibación, de sostenimientos y de su incorrecto cálculo o ejecución. El Director podrá ordenar la ejecución de entibaciones, aunque el Contratista no lo considere necesario.

Aún cuando las entibaciones, según especificaciones del Proyecto, sean objeto de abono directo, es decir, que su coste no deba estar incluido en los precios de las unidades de obra de las excavaciones, el diseño y cálculo de éstas, será de cuenta y responsabilidad del Contratista.

En los pozos de sección circular, el forro de la entibación estará formado por tablas estrechas o piezas especiales que se adapten a la superficie curva de la sección teórica, y que no se originen flechas de segmentos circulares en planta, superiores a tres centímetros (3cm).

13.5.1 Materiales:

13.5.1.1 Madera:

Debe cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada, por medios naturales o artificiales durante el tiempo necesario hasta alcanzar el grado de humedad preciso para la entibación.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de defectos que perjudiquen su solidez, con el menor número de nudos posible.
- Dar sonido claro por percusión.
- Debe ir descortezada.
- Tener las dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia para la seguridad de la obra y de las personas.
- Durabilidad natural, al menos igual que la del pino "Sylvestris"

13.5.1.2 Acero:

Las piezas de acero de las entibaciones podrán ser fabricadas con perfiles laminados y chapas. Las cerchas podrán elaborarse con los mismos materiales que las entibaciones, y también con perfiles laminados del tipo Toussaint. Las planchas para el forro, podrán ser de chapa ondulada de acero sin galvanizar, o bien galvanizadas si es preciso que sean resistentes a la oxidación.

13.5.2 Ejecución:

Será realizada por operarios con suficiente experiencia y dirigida por un técnico que posea los conocimientos y experiencia adecuada al tipo e importancia de los trabajos de entibación a realizar en la obra. Mientras que se ejecute la entibación, no se permitirá realizar otros trabajos que requieran la

permanencia o el paso de personas por el sitio donde se efectúan las entibaciones ajenas al propio trabajo de entibación.

El corte y preparación de las testas y cajas de las piezas de madera y la preparación de las piezas metálicas para la entibación, se realizará en las partes totalmente entibadas o que no requieran entibación. En ningún caso se permitirá que los operarios se sitúen dentro del espacio del trasdós de la entibación y el terreno.

Nunca se usarán los elementos constitutivos de las entibaciones, para el acceso del personal ni para el apoyo de paso sobre las zanjas. El borde superior de la misma, se elevará por encima de la superficie del terreno, como mínimo diez centímetros (10cm).

El Contratista estará obligado a mantener una permanente vigilancia del comportamiento de las entibaciones y a reforzarlas o sustituirlas si fuera necesario.

Las zanjas de más de metro y medio (1,5m) de profundidad, que no estén excavadas en roca o en otros terrenos estables de materiales duros, se protegerán contra posibles desprendimientos mediante entibaciones, sostenimientos, o bien excavando la zanja con taludes laterales de inclinación no mayor de 3:4 (V: H) desde el fondo de la zanja.

13.5.3 Medidas de protección y seguridad:

No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma vertical. Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios en función de las herramientas que emplean.

En corte de profundidad mayor de uno coma treinta metros (1,30m) las entibaciones deberán sobrepasar, como mínimo, veinte centímetros (20cm) el nivel superior del terreno y setenta y cinco centímetros (75cm) en el borde superior de las laderas.

Se revisarán diariamente antes de comenzar la jornada, tensado los codales cuando se hayan aflojado y que estén expeditos los cauces de aguas superficiales.

Se evitará golpear la entibación durante la excavación, los cuadros o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso, ni se suspenderán de los codales, cargas.

Las entibaciones, o partes de ellas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior del corte.

13.5.4 Medición y abono:

No serán objeto de abono independiente de la unidad de excavación, excepto en el caso de que el Proyecto estableciera explícitamente unidades de obra de abono directo no incluido en los precios unitarios de excavación, o cuando por la importancia de dicha entibación, así lo decidiera el Director de las Obras.

Las entibaciones se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie de entibación ejecutada, medidos por el producto de la longitud de la obra de la excavación en su eje, por la longitud de perímetro entibado medida sobre los planos de las secciones tipo de la excavación siguiendo la línea teórica de excavación.

14. ESTUDIO Y TRATAMIENTO DEL TERRENO

14.1 Sondeos de reconocimiento:

Consisten en:

- Ejecución de un taladro con el tipo de sonda adecuada al medio a perforar, en un terreno natural, rellenos u obras de fábrica.
- Extracción de muestras de su interior para realizar ensayos.
- Realización de observaciones, ensayos y pruebas en el interior del taladro.

El objetivo de los sondeos de reconocimiento es el de proporcionar información para conocer las características del terreno en una determinada zona y profundidad o para investigar el interior de una obra existente.

- Testigo: trozo cilíndrico de roca, suelo u hormigón obtenido en un taladro, efectuado con sonda y extraído con un tubo sacatestigo.
- Muestra: material extraído de un macizo del terreno u obra mediante un taladro o calicata.
- Muestra inalterada: muestra de terreno que conserva en grado satisfactorio la humedad, granulometría, densidad y estructura del material in situ.
- Muestra incompleta: muestra extraída directamente del sondeo, pero que ha perdido la humedad natural o su granulometría original. Las muestras incompletas se producen, entre otras causas por efecto del lavado producido por el agua inyectada en el sondeo, trituración de gravas, bolos o trozos de roca, dentro del taladro.
- Muestra decantada: detritus producido por la perforación que es arrastrado por el agua inyectada en el sondeo y separado de ésta por decantación.

Para la identificación y clasificación de suelos, se recurre a las Normas

UNE EN ISO 14688-1/2019 y UNE EN ISO 14688-2/2019:

- Suelo de grano fino: limos y arcillas. Más del 50% pasa por el tamiz 0,080 UNE. Los limos tienen un aspecto áspero, se secan con rapidez y no se pegan a los dedos. Los terrenos secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos. Las arcillas tienen tacto suave, se secan lentamente y se pegan a los dedos, los terrones secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos.
- Suelo de grano grueso: más del 50% queda retenido por el tamiz 0,080 UNE. Son partículas visibles, en general no plásticas. Los terrenos secos tienen una ligera cohesión, pero se reduce a polvo fácilmente entre los dedos. Los tamaños superiores a 4,7mm son gravas, éstas no se apelmazan aunque estén húmedas.
- Gravas gruesas: suelo cuyo contenido en partículas de tamaño mayor de setenta milímetros (70mm) es inferior al quince por ciento (15%) del total y el contenido de partículas de tamaño inferior a cinco milímetros (5mm) no supera el cincuenta por ciento (50%) del total.
- Roca: desde el punto de vista de la ejecución de taladros se define como el material no susceptible de disgregarse al golpearlo con una maza de goma y que para su perforación precisa del empleo de útiles de carburo de widia o diamante, según su dureza.

14.2 Clasificación:

Los sondeos de reconocimiento se clasifican según:

- Por el tipo de perforación empleado:
 - A1. Sondeos a rotación con corona.
 - A2. Sondeos a retropercusión-rotación.
 - A3. Sondeos con trépano.
 - A4. Sondeos por hincapié de tubos.
 - A5: Sondeos con sonda helicoidal.
- Por la naturaleza del medio a perforar:
 - B1. Sondeos en roca.
 - B2. Sondeos en suelo.
 - B3. Sondeos en grava.
 - B4. Sondeos en hormigón y otras fábricas.

14.2.1 Ejecución:

14.2.1.1 Programa de trabajos:

En base a la finalidad de los sondeos, a la información actualizada del medio a perforar, a lo establecido en Proyecto y a las instrucciones del Director de las Obras, el Contratista deberá realizar el programa de trabajos. Deberá incluir:

- Planos de los sondeos: indicando posición en plantas, cota de emboquille, dirección, buzamiento, longitud y diámetro, así como la designación codificada.
- Etapas y secuencia de la ejecución de los distintos sondeos que componen una determinada campaña o trabajo de reconocimiento.
- Ensayos en los taladros y en laboratorio con los testigos y muestras extraídas. Para cada sondeo se especificará tipo y frecuencia de obtención de testigos o muestras, así como los ensayos, pruebas y observaciones.

- Cronograma de trabajos, en concordancia con el plazo de ejecución o con el Programa de Trabajos General de la Obra. El cronograma deberá reflejar las distintas etapas de ejecución de los sondeos.
- Equipos de perforación, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de las que se dispondrá.

14.2.1.2 Replanteo de sondeos; accesos, plataformas y andamios; suministro de energía, agua y aire; alumbrado y ventilación; ejecución de la perforación:

Será de aplicación lo establecido en el siguiente Artículo "Taladros".

14.2.1.3 Transporte a la obra del material:

El Contratista será responsable de realizar el transporte a obra de los equipos de maquinaria y medios auxiliares que sean necesarios para la ejecución de los sondeos. El transporte a la obra de los equipos y medios auxiliares deberá ser anunciado con suficiente antelación al Director y autorizado por éste.

14.2.1.4 Partes de ejecución:

El Contratista por medio del sondista, estará obligado a confeccionar los partes de ejecución de cada sondeo con el detalle y naturaleza de los datos a registrar. En todo caso se indicarán las incidencias habidas durante la perforación. En los partes de ejecución se indicará de forma sencilla la naturaleza y características deducidas de la inspección visual y manual de los terrenos atravesados. El Contratista propondrá a la aprobación del Director la clasificación, características y estado de las rocas y suelos que, con terminología sencilla habrá de reflejarse por el sondista en los partes de ejecución. Los partes de ejecución se entregarán diariamente a la Dirección de las Obras.

En el parte de ejecución deberán figurar claramente indicados, para cada taladro:

- Designación del sondeo según codificación establecida.
- Longitud, orientación y buzamiento del taladro.
- Diámetro o diámetros de las bocas o útiles empleados en la perforación del taladro.
- Procedimiento de perforación y características.
- Equipo de perforación empleado. Marca, modelo y características.
- Fecha y hora del principio y fin de la perforación.
- Nombre del operador.

14.2.1.5 Retirada de los equipos:

Una vez terminados los trabajos de perforación el Contratista procederá a la limpieza en la zona de trabajo de los materiales, detritus de perforación y desperdicios originados por las operaciones de ejecución de los taladros. Al terminar los sondeos, previa autorización del Director, el Contratista retirará

los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares, y procederá a la limpieza general de la zona de trabajo.

14.2.1.6 Ejecución de pruebas, ensayos y observaciones en el taladro:

Si el Director estimara necesario realizar ensayos, pruebas u observaciones en los taladros, no previstos en Proyecto o que supusieran aumento del plazo de ejecución de las obras objeto del Contrato, el Contratista estará obligado a realizar dichos ensayos dentro del marco de las cláusulas contractuales.

14.2.2 Preparación y conservación de testigos y muestras:

14.2.2.1 Taladros en suelos:

Cada muestra decantada y de suelo homogéneo, se introducirán por separado en una bolsa o funda de material plástico, que se cerrará debidamente para conservar el aspecto y características que tenía la muestra antes de ser extraída.

Los testigos de suelo como muestra alterada, se colocarán en cajas rectangulares provistas de compartimentos longitudinales y separadores que señalen las profundidades entre las que se han obtenido cada tramo de testigo. Las cajas tendrán tapa y una altura suficiente para que ésta no se ponga en contacto con los testigos. Las cajas serán sólidas para evitar deformaciones o deterioros durante su manipulación y transporte.

Los cartuchos que contienen muestras inalteradas obtenidas en taladros se cerrarán en sus extremos con dos tapaderas ajustadas al cartucho. Después se sellarán las juntas de las tapaderas y las longitudinales del cartucho con cinta adhesiva. Luego se recubrirá el conjunto con una capa de parafina o una capa de material plástico aplicado con pulverizador o similar. Los cartuchos con muestras inalteradas se colocarán en cajas, de madera, forradas en su interior con láminas de goma espuma.

El transporte y almacenamiento de las cajas de los testigos y muestras, se realizará evitando golpes, vibraciones y temperaturas extremas.

14.2.2.2 Testigos de roca:

Inmediatamente después de recuperar el tubo portatestigos, se retirará cuidadosamente el testigo de roca del tubo, clasificándolo y midiendo el porcentaje de recuperación. Los testigos de roca, se colocarán según el orden de recuperación en cajas, de madera, de suficiente resistencia y espesor. Estarán divididas en compartimentos para alojar los testigos, y tendrán una altura tal que impida el intercambio del material entre compartimentos.

Cuando la roca extraída esté muy fracturada o sea muy blanda, el tubo portatestigos se desmontará horizontalmente y el testigo se retirará cuidadosamente a fin de no alterar su estructura.

A la terminación de cada sondeo, se marcará de forma clara e indeleble, en cada caja de testigos, el número de identificación del taladro. El Contratista deberá disponer de un lugar de almacenamiento de las cajas de testigos, que se entregarán cuando el director de las Obras lo ordene, en el punto de destino.

14.2.3 Conservación de taladros:

Si fuera necesario conservar abiertos los taladros durante un tiempo más o menos largo, el Contratista cuidará de que no se deterioren. Deberá señalar de forma clara y con la suficiente solidez, el emplazamiento de la boca del taladro.

14.2.4 Informes:

14.2.4.1 Periódicos:

El Contratista estará obligado a redactar informes periódicos con la frecuencia que indique el Director, sobre el desarrollo de los trabajos ejecutados. Los informes incluirán:

- Recopilación de los datos de los partes de ejecución una vez depurados.
- Columnas estratigráficas, con la situación de las incidencias.
- Fotografías en color, numeradas, de los testigos colocados en sus cajas.
- Análisis de los resultados de las pruebas y ensayos realizados.
- Recomendaciones o sugerencias para la continuación de los trabajos.

14.2.4.2 Informe final:

Una vez finalizados los trabajos y antes de transcurrido un mes de la fecha de terminación, el contratista entregará al Director un informe final, que constará al menos de:

- Recopilación de datos depurados. Planos de los taladros, columnas estratigráficas, fotografías, etc.
- Análisis de resultados.

14.2.5 Medición y abono:

Se aplicará lo establecido en el Artículo "Taladros".

15. FINALIZACIÓN Y REFINO DE LA EXCAVACIÓN

15.1 Saneo y refino de la excavación:

El saneo es la retirada de los fragmentos de roca, lajas, bloques, bolos y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superpie final de la excavación, para evitar posteriores desprendimientos, hasta la ejecución de las obras de fábrica o de los rellenos adosados al terreno.

El refino de la excavación, son las operaciones, necesarias para conseguir, dentro de las tolerancias fijadas, la forma, dimensiones y regularidades de la superficie final de la excavación.

El saneo y el refino, son independientes de las operaciones de preparación de la superficie de asiento de terraplenes o de otros rellenos alzados y de la preparación de superficies de apoyo de obras de fábrica. Forman parte de las unidades de obra de los rellenos, hormigones y otras fábricas.

15.1.1 Ejecución:

El refino en terreno rocoso consistirá en la eliminación de los salientes de roca que penetren dentro del perfil de gélido de la superficie final de la excavación. El saneo podrá realizarse con los barrenos cortos poco cargados, picos mecánicos, barras a mano, cuñas hidráulicas o manuales, chorro de agua a presión, si el terreno no se erosiona inadecuadamente, a juicio del Director de las Obras, u otros procedimientos autorizados por éste. El saneo y refino de terreno de tránsito, se hará sin explosivos.

En excavaciones de tierras, el saneo consistirá en la retirada de bolos o bloques de roca de estabilidad precaria. El refino, se hará recortando y no recreciendo. Si hubiera un sobreancho de excavación, cuya forma, situación o dimensión, a juicio del Director de las Obras, fuese inadmisibles en estabilidad o estética, se rellenará con material compactado.

En terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, y sean superficies de excavación sobre las que se vayan a apoyar o adosar, obras de relleno o de fábrica, el refino deberá realizarse poco antes de ejecutarse éstas.

15.1.2 Medición y abono:

Solo será objeto de abono directo, las operaciones de saneo y refino de las excavaciones, si el Proyecto lo establece de manera concreta mediante unidades de obra específicas. Sino se entenderá, que el coste estará incluido en los precios unitarios de las excavaciones.

Si el Proyecto establece la condición de ser abonables el saneo, refino o ambos, será por metros cuadrado (m²) realmente ejecutados medidos sobre planos de perfiles transversales.

15.2 Refino de taludes:

Operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes, así como de los de desmonte.

15.2.1 Ejecución:

El refino de taludes se ejecutará después de la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica, que impidan o dificulten su realización. Cuando la explanación esté muy avanzada y el Director de las Obras lo ordene, se procederá a la eliminación de la superficie de los taludes de cualquier material blando, inadecuado o inestable, que no se pueda compactar bien o no sirva para los fines previstos. Los huecos resultantes, se rellenarán con materiales adecuados, según diga el Director.

Los taludes de la explanación deberán quedar de acuerdo con los Planos y las indicaciones del Director de las Obras, debiendo mantenerse en perfecto estado hasta la recepción definitiva, tanto en estabilidad como en estética. Los perfilados de taludes que se hagan para armonizar con el paisaje, deben hacerse con una transición gradual, cuidando las de taludes de distinta inclinación. En las intersecciones de desmontes y rellenos, los taludes se alabearán para unirse entre sí y con la superficie natural del terreno, sin originar discontinuidad visible.

Los fondos y cimas de taludes, excepto en desmontes en roca dura, se redondearán, ajustándose a los Planos y a lo que diga el Director de las Obras. Las monteras de tierras sobre masas de roca se redondearán por encima de éstas. El acabado de taludes será suave, uniforme y acorde con la superficie del terreno, sin grandes contrastes y ajustándose a Planos, evitando dañar a árboles existentes o rocas con pátina, para lo que se harán los ajustes necesarios. Si por las condiciones del terreno, no se pueden mantener los taludes indicados en Planos, el Director fijará el adecuado e incluso podrá ordenar la construcción de un muro de contención.

15.2.2 Medición y abono:

El refino de taludes se medirá por metros cuadrados (m²) realmente refinados, medidos sobre los planos de perfiles transversales, cuando así se señale en el Proyecto. Si no se hace referencia a esta unidad, se considerará dentro de las unidades de excavación o terraplén, según sea el caso.

16. RELLENOS

16.1 Terraplenes:

Obras consistentes en la extensión y compactación por tongadas, de suelos procedentes de las excavaciones o préstamos, en áreas abiertas, de tal forma, que en su mayor parte permiten el uso de maquinaria de transporte, extendido y compactación de elevado rendimiento.

Su ejecución incluye:

- Preparación de la superficie de asiento del terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Se distinguen cuatro zonas:

- Cimientó: parte inferior del terraplén que está en contacto con la superficie de apoyo en el terreno original y que ha sido vaciada durante el desbroce, o al hacer excavación adicional por presencia de material inadecuado.
- Núcleo: parte del terraplén comprendida entre el cimientó y la coronación.
- Espaldón: parte exterior del relleno tipo terraplén que ocasionalmente constituirá o formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón, los recubrimientos sin misión estructural.
- Coronación: parte superior del terraplén con el espesor que figure en Proyecto, comprendido entre medio metro y un metro (0,5m y 1m).

16.1.1 Materiales:

16.1.1.1 Clasificación y condiciones generales:

Los materiales serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra, o de los préstamos que se definan en el Proyecto, o se autoricen por el director de las Obras. Se utilizarán materiales que cumplan las siguientes condiciones básicas:

- Puesta en obra en condiciones aceptables.
- Estabilidad satisfactoria de la obra.
- Deformaciones tolerables a corto y largo plazo, para las condiciones de servicio que se definan en Proyecto.

Para su empleo en terraplenes, los suelos se clasifican como:

- Suelos seleccionados: aquellos que cumplan, contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$) según UNE 103204/2019; contenido en sales solubles, incluido el

yeso, menor del cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$); tamaño máximo inferior a cien milímetros ($D_{max} < 100mm$); cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\#0,40 \leq 15\%$).

- Suelos adecuados: los que no siendo seleccionados, cumplan, contenido en materia orgánica menor del uno por ciento ($MO < 1\%$); contenido en sales solubles, incluido el yeso, menor del cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$); tamaño máximo inferior a cien milímetros ($D_{max} < 100mm$); cernido por el tamiz 2 UNE menor que el ochenta por ciento ($\#2 < 80\%$); cernido por el tamiz 0,080 UNE menor que el treinta y cinco por ciento ($\#0,080 < 35\%$); límite líquido menor de cuarenta ($LL < 40$), si es superior a treinta ($LL > 30$), el plástico será mayor de cuatro ($IP > 4$).
- Suelos tolerables: los que no siendo ni seleccionados ni adecuados, cumplen, contenido en materia orgánica menor del dos por ciento ($MO < 2\%$); contenido en yeso menor del cinco por ciento ($SS < 5\%$); contenido en otras sales solubles, distintas del yeso, inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$); límite líquido menor de sesenta y cinco ($LL < 65$), si es superior a cuarenta ($LL > 40$), el plástico será mayor del setenta y tres por ciento del líquido ($IP > 0,73 * (LL - 20)$); asiento en el ensayo de colapso, menor al uno por ciento (1%); hinchamiento de ensayo de expansión, menor del tres por ciento (3%).
- Suelos marginales: los que no son seleccionados ni adecuados, y no pudiendo considerarse tolerables por el incumplimiento de alguna condición, y cumplen, contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento ($MO < 5\%$); límite líquido es superior a noventa ($LL > 90$), el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del líquido ($IP > 0,73 * (LL - 20)$).
- Suelos inadecuados: los que no se incluyen en las categorías anteriores y las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos.

16.1.1.2 Empleo:

En coronación de terraplenes, deben usarse adecuados o seleccionados, siempre que su capacidad de soporte sea la requerida para el tipo de explanada prevista en Proyecto y su CBR sea como mínimo cinco ($CBR \geq 5$) según UNE 103502/1995. Se podrán usar otros materiales en forma natural o previo tratamiento, siempre que cumplan las condiciones de capacidad de soporte exigidas, y previo estudio justificativo aprobado por el Director de las Obras. No se usarán en esta zona, suelos expansivos o colapsables. Cuando bajo la coronación exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos solubles, según UNE 103202/2019, mayor del dos por ciento (2%), la coronación habrá de evitar la infiltración de agua hacia el resto del relleno tipo terraplén, bien por el propio tipo de material o bien mediante la utilización de medidas complementarias.

En los núcleos, se usarán suelo tolerables, adecuados o seleccionados, siempre que su índice CBR sea igual o mayor que tres ($CBR \geq 3$). La utilización de suelos marginales o con índice CBR menor de tres ($CBR < 3$), puede venir condicionada por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo queda desaconsejado y en todo su caso habrá de justificarse mediante un estudio aprobado por el Director de las Obras.

En los espaldones se utilizarán materiales que satisfagan las condiciones que defina el Proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión. No se usarán suelos expansivos o colapsables. Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos solubles, según UNE 103202/2019, mayor del dos por ciento (2%), los espaldones

evitarán la filtración de agua hacia el mismo, bien por el propio tipo de material o mediante la adopción de medidas complementarias.

En el cimiento se usarán suelos tolerables, adecuados o seleccionados, siempre que las condiciones de drenaje o estanquidad lo permitan, que las características del terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra y el índice CBR de las condiciones de compactación, sea igual o mayor que tres ($CBE \geq 3$).

16.1.1.3 Grado de compactación:

El Proyecto o el Director de las Obras, señalará entre el Próctor normal, según UNE 103500/1994 o el modificado UNE 103501/1994, el ensayo a considerar como Próctor de referencia. En caso de omisión, se considerará como de referencia el modificado, pero en suelos expansivos se aconseja el uso del normal.

Los suelos considerados como tolerables, adecuados y seleccionados, podrán usarse según lo dicho en el párrafo anterior, de forma que su densidad seca después de la compactación no sea inferior, a la máxima obtenida en el ensayo de Próctor normal en la zona de coronación y en las zonas de cimiento, núcleo y espaldones, al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en dicho ensayo.

Se podrán especificar justificadamente los valores mínimos, superiores a los indicados, de las densidades después de la compactación en cada zona del terraplén en función de las características de los materiales a utilizar.

16.1.1.4 Humedad de puesta en obra:

Se establecerá teniendo en cuenta:

- La necesidad de obtener la densidad y el grado de saturación exigidos.
- El comportamiento del material a largo plazo ante posibles cambios de dicha humedad.
- La humedad del material excavado y su evolución durante la puesta en obra.

Salvo justificación especial o especificación en contra del Proyecto, la humedad, inmediatamente después de la compactación, será tal que el grado de saturación en ese instante se encuentre comprendido entre los valores, del grado de saturación, correspondientes, en el ensayo Próctor de referencia, a humedades de menos dos por ciento (-2%) y de más uno por ciento (+1%) de la óptima de dicho ensayo Próctor de referencia.

En el caso de suelos expansivos o colapsables, los límites de saturación indicados serán los correspondientes a humedades de menos uno por ciento (-1%) y de más tres por ciento (+3%) de la óptima del ensayo Próctor de referencia.

Para el mejor aprovechamiento de los materiales, desde su contenido de humedad, se usarán las técnicas de extracción, transporte, acopio, riego u oreo y extensión, adecuadas para mejorar las condiciones del material en su yacimiento original. Si las humedades naturales son muy bajas y los suelos son muy plásticos, el cumplimiento de la condición anterior puede conseguirse aumentando el contenido de agua o la energía de compactación.

16.1.1.5 Precauciones especiales, con distintos tipos de suelos:

Los suelos marginales, podrán utilizarse en algunas zonas de la obra, siempre que su uso se justifique mediante un estudio especial, que deberá contemplar:

- Determinación y valoración de las propiedades que confieren al suelo su carácter de marginal.
- Influencia de dichas características en los diferentes usos del suelo dentro de la obra.
- Posible influencia en el comportamiento o evolución de otras zonas o elementos de la obra.
- Estudio pormenorizado en donde se indique las características resistentes del material y los asentamientos totales y diferenciales esperados, así como la evolución futura de estas características.
- Conclusión justificada de los posibles usos del material en estudio.
- Cuidados, disposiciones constructivas y prescripciones técnicas a adoptar para los diferentes usos del suelo dentro de la obra.

16.1.2 Ejecución:

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra, de acuerdo con las exigencias. Antes de los rellenos, el Contratista, presentará un programa de trabajos en que se especificará: maquinaria, sistemas de arranque y transporte, equipo de extendido y compactación y procedimiento, para su aprobación por el Director de las Obras.

16.1.2.1 Preparación de la superficie de apoyo:

Si el relleno tipo terraplén se hace sobre terreno natural, se hará el desbroce del terreno y la eliminación de la capa de tierra vegetal. El Proyecto o el Director, podrán eximir de la eliminación de la capa de tierra vegetal en rellenos de tipo terraplén de más de diez metros (10m) de altura, donde los asentamientos a que puedan dar lugar, en particular los diferidos, sean pequeños comparados con los totales del relleno y siempre que su presencia no implique riesgo de inestabilidad.

Si se hace sobre suelos compresibles y de baja resistencia, la vegetación podrá mejorar la sustentación de la maquinaria de movimiento de tierras y facilitar las operaciones de compactación de las primeras tongadas.

Tras el desbroce, se excava y extrae el terreno natural en la extensión y profundidad especificada en Proyecto. Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el terraplén, se

escarificará el terreno, de acuerdo con la profundidad prevista en el Proyecto y se tratará conforme se indica en el PG-3, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural. Cuando lo indique el Proyecto, se extenderán capas de materiales granulares gruesos o láminas geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas de relleno.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos terraplenes, se prepararán mediante banquetas u otras actuaciones pertinentes, para conseguir la adecuada unión con el nuevo relleno. Estas operaciones se indicarán en Proyecto. Si se asienta sobre terreno donde haya agua superficial, se conducirá el agua fuera de la zona donde se vaya a construir, antes de su ejecución.

Las tongadas susceptibles de saturarse durante la vida del terraplén se construirán de acuerdo con el Proyecto, con un material de granulometría que impida el arrastre de partículas y en el que las deformaciones que se puedan producir al saturarse sean aceptables para las condiciones de servicio definidas en el Proyecto.

Las transiciones de desmonte a terraplén se realizarán tanto transversal como longitudinalmente, de la forma más suave posible o excavando el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no mayor de un medio (1V:2H), que se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de al menos un metro (1m).

En los terraplenes situados a media ladera, se escalonará la pendiente natural del terreno de acuerdo con lo indicado en el Proyecto. Las banquetas así originadas deberán quedar apoyadas en terreno suficientemente firme. Su anchura y pendiente deberán ser tales que la maquinaria pueda trabajar con facilidad en ellas. Si se prevé la presencia de agua en la zona de contacto con el terreno, se deberán ejecutar las obras necesarias para mantener drenado el contacto.

Dado que el desbroce, escarificado y escalonado de las pendientes, dejan la superficie del terreno fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento previsto y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones de la superficie. La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas, deberán ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

16.1.2.2 Extensión de las tongadas:

Preparado el apoyo del terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales antes mencionados, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final. El espesor será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, será de

treinta centímetros (30cm), salvo especificaciones en contra, pero no será nunca superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material utilizado.

El extendido se programará y realizará para que los materiales de cada tongada sean de características uniformes. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director de las Obras. Deberán tener la pendiente transversal necesaria, en torno a un cuatro por ciento (4%), para que se evacuen las aguas sin peligro. En los de más de cinco metros de altura (5m) y en caso de fuerte erosión, se harán caballones de tierra en los bordes

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras. Deberá conseguirse que todo el perfil del terraplén quede debidamente compactado, para lo cual, se podrá dar un sobreancho a la tongada del orden de un metro (1m) que permita el acercamiento del compactador al borde, y después recortar el talud. Los sobreanchos no serán de abono.

16.1.2.3 Humectación o desecación:

Si hay que añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará humectando uniformemente los materiales. Si la humedad natural del material es excesiva, se tomarán las medidas adecuadas para conseguir la compactación prevista, pudiéndose desecar por oreo o añadiendo materiales secos.

16.1.2.4 Compactación:

Conseguida la humectación adecuada, se procederá a compactar la tongada. Las que por reducidas dimensiones no puedan compactarse con los medios habituales, tendrán la consideración de rellenos localizados.

- Control: se comprobará que cada tongada cumple las condiciones de densidad seca y humedad, así como sus características de deformabilidad. Se hará por determinaciones in situ en el relleno compactado, comparándose los resultados con los valores de referencia de densidad seca in situ y módulo de deformación vertical.
- Ensayos de referencia:
 - De compactación Próctor: el Proyecto o el Director de las Obras elegirán entre normal y modificado, el ensayo más conveniente, tomándose el modificado como referencia, si no se determinase alguno. Los materiales a utilizar se clasificarán en grupos de características similares, se establecerán los correspondientes valores medios de densidad seca máxima y humedad óptima, el volumen de cada grupo será mayor de

veinte mil metros cúbicos (20.000m³). Si los materiales no se pueden agrupar, se recurrirá a otro ensayo.

- De carga con placa: determina el módulo de deformación del terraplén. Las dimensiones de la placa serán tales que su diámetro o lado, sea al menos cinco veces superior al tamaño máximo del árido utilizado, pero nunca tendrá una superficie menor de setecientos centímetros cuadrados (700m²). Se realizará aplicando la presión por escalones, en dos ciclos consecutivos de carga.
- Determinaciones in situ:
 - Definición de lote: dentro del tajo se define como lote, que se aceptará o rechazará en conjunto, al menor que resulte de aplicar a una sola tongada de terraplén: una longitud de carretera de quinientos metros (500m); para coronación, una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500m²) y el resto de cinco mil (5.000m²) para menos de cinco metros (5m) de altura y diez mil (10.000m²) para más de cinco metros (5m); la fracción construida diariamente; y la fracción del mismo material, mismo préstamo y con mismo equipo y procedimiento de compactación.
 - Muestras y ensayos para cada lote: las muestras pueden ser: de superficie, cinco puntos aleatorios de la superficie definida como lote, donde determinamos su humedad y densidad; de borde: a cada banda de borde se fijará un punto por cada cien metros (100m) o fracción, determinando en cada una su humedad y densidad. En coronación se hará un ensayo de carga con placa por cada lote y en el resto de las zonas, el Director de las Obras elegirá el ensayo que más conveniente crea. La determinación de deformaciones se hará siempre sobre material con condiciones de densidad y grado de saturación exigidas. Para espesores de tongada superiores a treinta centímetros (30cm), habrá de garantizarse que la densidad y humedad medias, correspondan a las del fondo de la tongada.

16.1.3 Control y criterios de aceptación y rechazo:

16.1.3.1 Control de materiales:

Revisar que el material utilizado cumple lo establecido, tanto en el lugar de origen como en el de destino.

En el lugar de procedencia se controlará: la retirada de la montera de tierra vegetal antes del comienzo de la explotación, la explotación racional del frente y la exclusión de vetas no utilizables. Se deben hacer ensayos: por cada 1,000m³ un Próctor normal, por cada 5,000m³ uno granulométrico y determinar límites de Atterberg y por cada 10.000m³ un CBR en laboratorio y determinar la materia orgánica.

En el tajo se examinarán los montones que descarguen los camiones, desechando los que a simple vista tengan restos vegetales, materia orgánica o bolos de mayor tamaño que el admitido como máximo.

16.1.3.2 Control geométrico:

Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, con mira cada veinte metros (20m), más los puntos singulares colocando estacas niveladas. Desde los puntos de replanteo se comprobará si aparecen

desigualdades de anchura, rasante o pendiente transversal y se aplicará la regla de tres metros (3m). Las irregularidades que excedan de las tolerancias permitidas serán corregidas por el Contratista. Compactada la zona reparada, se harán ensayos de densidad.

16.1.3.3 Penalizaciones:

En caso de incumplimiento de las especificaciones de una parte del terraplén y siempre que al criterio del Director de las Obras, estos defectos no impliquen pérdida significativa en funcionalidad y seguridad de la obra o parte de ella, y no se puedan subsanar después, se aplicarán penalizaciones en forma de deducción.

16.1.4 Normativa:

- UNE-EN ISO 17892-4:2019: Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 4: Determinación de la distribución granulométrica. (ISO 17892-4:2016).
- UNE-EN ISO 17892-12:2019: Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico. (ISO 17892-12:2018).
- UNE 103202/2019: Determinación cualitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo.
- UNE 103201/2019: Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo
- UNE 103204/2019: Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- UNE-EN ISO 17892-1:2015: Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 1: Determinación de la humedad. (ISO 17892-1:2014).
- UNE 103500/1994: Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor normal.
- UNE 103501/1994: Geotecnia. Ensayo de compactación. Próctor modificado.
- UNE 103502/1995: Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.
- UNE 103503/1995: Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- UNE 103601/1996: Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- UNE 103406/2006: Ensayo de colapso en suelos.
- UNE 103807-1/2005: Ensayo de placa vertical de suelos mediante placa dinámica. Parte 1: Placa rígida, 2r=600mm, Método 1.
- UNE 103807-1/2008: Ensayo de placa vertical de suelos mediante placa dinámica. Parte 2: Placa rígida, 2r=300mm, Método 2.
- UNE 103808/2006: Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa estática.
- UNE 103407/2005: Ensayo de huella en terrenos para control de compactación.

16.1.5 Medición y abono:

Se abonarán por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de perfiles transversales, siempre que los asientos medios del cimiento, debido a su compresibilidad, sean inferiores al dos por ciento (2%) de

la altura media del terraplén. En caso contrario podrá abonarse el volumen de relleno correspondiente al exceso ejecutado sobre el teórico, siempre que este asiento del cimientó haya sido comprobado mediante instrumentación adecuada, cuya instalación y coste correrá a cargo del Contratista.

No será de abono, los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido a un exceso de excavación o cualquier otro caso de ejecución incorrecta imputable al Contratista, ni las creces no previstas en el Proyecto o previamente autorizadas por el Director de las Obras, estando el Contratista obligado a corregir a su costa, dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Salvo que el Proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las zonas del terraplén.

16.2 Rellenos localizados:

Consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona, que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa, no permita la utilización de los mismo equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

Las operaciones que comprenden estos rellenos:

- Preparación de la superficie de apoyo.
- Obtención, transporte y descarga del material en su lugar de empleo.
- Extensión del material, por tongadas.
- Humectación o desecado, si fuese preciso.
- Compactación.

Se distingue las mismas zonas que en los terraplenes.

No se consideran incluidos, los rellenos localizados de material, con misión específica drenante.

16.2.1 Materiales:

Solo se utilizarán suelos adecuados y seleccionados, siempre y cuando su CBR, según UNE 103502/1995 correspondientes a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez, y en el caso de trasdós de fábrica, superior a veinte.

16.2.2 Ejecución:

16.2.2.1 Preparación de la superficie de asiento:

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos, se prepararán estos a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones para tal objeto serán indicadas en el Proyecto o en su defecto, por el Director de las Obras. Si el material procedente del antiguo talud, cuya remoción sea necesaria, es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para la zona de rellenos, se mezclará con el del nuevo para su compactación simultánea. En caso contrario, el Director, decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

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 y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución. Estas obras tendrán carácter de accesorias, se ejecutarán según lo previsto para el tipo de obras en el Proyecto o según las instrucciones del Director de las Obras.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de ese material o su estabilización.

16.2.2.2 Extensión y compactación:

Los materiales se extenderán por tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor será lo suficientemente reducido, para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. El espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a veinticinco centímetros (25cm), salvo especificación contraria.

Los espesores finales de las tongadas se señalarán y numerarán con pintura, según el caso, para el adecuado control de extendido y compactación. Sólo se podrá usar la compactación manual, en los casos previstos en el Proyecto o autorizados por el Director de las Obras.

El relleno junto a obras de fábrica o entibaciones se efectuará de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma, se hallen a igual nivel. Para las obras de fábrica, con relleno asimétrico, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido siete días desde la terminación de la fábrica, y siempre previa comprobación del grado de resistencia alcanzado. El drenaje se ejecutará a la vez que el relleno.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y si no lo fueran, se mezclarán convenientemente para adquirirlas, con los medios adecuados. La superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión. Una vez extendida cada tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados de los ensayos. Si la humedad es excesiva se tomarán las medidas adecuadas para conseguir la compactación prevista.

Se exigirá una densidad después de la compactación, en coronación, no inferior al cien por cien (100%) de la máxima obtenida en el ensayo de Próctor modificado, y en el resto de las zonas, no inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la misma.

16.2.2.3 Relleno de zanjas para instalación de tuberías

La decisión sobre la cama de apoyo de la tubería en el terreno, granular o de hormigón, y su espesor, dependerá del tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de juntas y la naturaleza del terreno, vendrá definida en el Proyecto o lo hará el Director de las Obras. Realizadas las pruebas de la tubería instalada, para lo cual se hace un relleno parcial de la zanja, dejando visibles las juntas, se procederá al relleno definitivo.

El relleno de la zanja se divide en dos zonas: la baja que alcanza una altura de unos treinta centímetros (30cm) por encima de la generatriz superior del tubo, y la alta que corresponde al resto del relleno de la zanja. En la zona baja, el relleno será de material no plástico y sin materia orgánica. El tamaño máximo admisible de las partículas será de cinco centímetros (5cm) y en capas de quince a veinte centímetros (15cm a 20 cm) de espesor, compactadas mecánicamente hasta alcanzar un grado de compactación no menor del noventa y cinco por ciento (95%) del Próctor modificado. En la zona alta, el relleno se hará con un material que no dañe a la tubería. El tamaño máximo admisible de las partículas será de diez centímetros (10cm) y se colocará en tongadas pseudoparalelas a la explanada, hasta alcanzar un grado de compactación no menor del cien por cien (100%) del Próctor modificado.

En el caso de zanjas excavadas en terraplenes o en rellenos todo-uno, la densidad obtenida después de compactar el relleno de la zanja habrá de ser igual o mayor que la de los materiales contiguos. En el caso de que estén sobre terrenos naturales o pedraplenes, este objeto habrá de alcanzarse si es posible.

Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni 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. Cuando existan dificultades en la obtención de los materiales indicados o de los niveles de compactación exigidos para la realización de los rellenos, el Contratista podrá proponer al director, una solución alternativa sin sobre coste adicional.

16.2.2.4 Limitaciones:

Los rellenos localizados, se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de este valor. Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación.

16.2.3 Normativa:

- UNE 103501/1994: Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.
- UNE 103502/1995: Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.

16.2.4 Medición y abono:

Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de perfiles transversales. El precio incluye la obtención del suelo, cualquiera que sea la distancia del lugar de procedencia, carga y descarga, transporte, colocación, compactación y cuantos medios, materiales y operaciones intervienen en la completa y correcta ejecución del relleno, no siendo, por lo tanto, de abono como suelo procedente de préstamos, salvo especificaciones en contra.

El precio será único, cualquiera que sea la zona del relleno y el material empleado, salvo especificación contraria del Proyecto.

17. CIMENTACIONES

17.1 Definición:

Conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo.

17.2 Cotas y secciones:

Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las secciones y cotas de profundidad fijadas en los planos, modificables posteriormente por escrito o gráficamente, a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno.

El Contratista las excavará, de acuerdo con lo preceptuado en el apartado correspondiente.

17.3 Materiales:

17.3.1 Cemento:

17.3.1.1 Cementos utilizables:

Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan la vigente instrucción para la Recepción de Cementos, correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las limitaciones establecidas en la tabla 28 del Código Estructural. El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que al mismo se exigen en el Art. 33 del Código Estructural.

De acuerdo con la Instrucción RC-16 los cementos comunes son los denominados

- Cemento Portland: CEM I.
- Cemento Portland con escorias: CEM II/A-S y CEM II/B-S
- Cemento Portland con humo de sílice: CEM II/A-D.
- Cemento Portland con puzolanas: CEM II/A-P, CEM II/B-P, CEM II/A-Q Y CEM II/B-Q.
- Cemento Portland con cenizas volantes: CEM II/A-V, CEM II/B-V, CEM II/A-W y CEM II/B-W.
- Cemento Portland con esquistos calcinados: CEM II/A-T y CEM II/B-T.
- Cemento Portland con caliza: CEM II/A-L, CEM II/B-L, CEM II/A-LL y CEM II/B-LL.
- Cemento Portland compuesto: CEM II/A-M y CEM II/B-M.
- Cementos con escorias de alto horno: CEM III/A, CEM III/B y CEM III/C.
- Cemento puzolánico: CEM IV/A y CEM IV/B.
- Cemento compuesto: CEM V/A y CEM V/B.

Su tipificación completa se compone de la designación que consta en la tabla anterior, más la clase resistente del cemento. El valor que identifica la clase resistente corresponde a la resistencia mínima a compresión a 28 días en N/mm² y se ajusta a la serie siguiente: 32,5 N - 32,5 R - 42,5 N - 42,5 R - 52,5 N - 52,5 R

Los cementos para usos especiales están normalizados en la UNE 80307:2001, y están especialmente concebidos para el hormigonado de grandes masas de hormigón,

Se permite la utilización de cementos blancos (normalizados según UNE-80305:2012), así como los cementos con características adicionales: de bajo calor de hidratación (UNE-EN 197-1:2011) y resistentes a los sulfatos (UNE 80303-1:2017) y al agua de mar (UNE 80303-2:2017), correspondientes al mismo tipo y clase resistente de los cementos comunes.

La selección del tipo de cemento a utilizar en la fabricación del hormigón debe hacerse, entre otros, de acuerdo con los factores siguientes:

- la aplicación del hormigón (en masa, armado o pretensado).
- las condiciones ambientales a la que se someterá la pieza.

- la dimensión de la pieza.

17.3.1.2 Suministro:

A la entrega del cemento, el suministrador acompañará un albarán con los datos exigidos por la vigente instrucción para la Recepción de cementos. Cuando el suministro se realice en sacos, el cemento se recibirá en los mismos envases cerrados en que fue expedido en fábrica, punto de expedición, centro de distribución, o almacén de distribución.

El cemento no llegará a obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Se recomienda que, si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no exceda de setenta grados centígrados (70°C), y si se va a realizar a mano no exceda de cuarenta grados centígrados (40°C). Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno de falso fraguado, deberá comprobarse con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno, realizándose esta determinación según la UNE 80114/2014.

17.3.1.3 Almacenamiento:

Cuando el almacenamiento se realice en sacos, éstos se almacenarán en sitio ventilado y defendido, tanto de la intemperie como de la humedad del suelo y de las paredes. Si el suministro se realizare a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aíslen de la humedad.

Aun cuando las condiciones de conservación sean buenas, el almacenamiento del cemento no debe de ser muy prolongado, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable es de tres meses, dos meses, y un mes, respectivamente, para las clases resistentes 32,5, 42,5, y 52,5. Si el periodo de almacenamiento es superior, se comprobará que las características del cemento continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte días anteriores a su empleo, se realizarán ensayos de determinación de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a los siete días (si la clase es 32,5) o dos días (todas las demás clases) sobre una muestra representativa del material almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse.

De cualquier modo, salvo en los casos en los que el nuevo periodo de fraguado resulte incompatible con las condiciones particulares de la obra, la sanción definitiva acerca de la idoneidad del cemento en el momento de su utilización vendrá dada por los resultados que se obtengan al determinar, de acuerdo con lo prescrito en el Código Estructural., la resistencia mecánica a los veintiocho días del hormigón con él fabricado.

17.3.2 Agua:

El agua utilizada, tanto para el amasado, como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a las protecciones de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán utilizarse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- | | |
|---|----------------------|
| • exponente de hidrógeno pH (UNE 83952/2008) | ≥ 5 |
| • sustancia disueltas (UNE 83957/2008) | $\leq 15\text{g/l}$ |
| • sulfatos, expresados en SO_4 (UNE 83957/2008) excepto para los cementos SR en que se eleva este límite a 5 g/l | $\leq 1\text{ g/l}$ |
| • ion cloruro, CL (UNE 83958:2014): | |
| ○ Para hormigón pretensado | $\leq 1\text{ g/l}$ |
| ○ Para hormigón armado o en masa que contenga armaduras para reducir la figuración | $\leq 3\text{ g/l}$ |
| • hidratos de carbono (UNE 83959:2014) | 0 |
| • sustancias solubles disueltas en éter (UNE 83960:2014) | $\leq 15\text{ g/l}$ |

Realizándose la toma de muestras según la UNE 83951/2008 y los análisis por los métodos de las normas indicadas. Podrán sin embargo, emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tengan armadura alguna. Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de estas aguas para el amasado o curado de hormigón armado o pretensado.

Con respecto al contenido de ion cloruro, se tendrá en cuenta lo previsto en el Código Estructural.

17.3.3 Áridos:

17.3.3.1 Generalidades:

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como de las restantes características que se exijan. En cualquier caso, el suministrador de áridos garantizará documentalmente, el cumplimiento de las especificaciones. Cuando no se tengan antecedentes de la naturaleza de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga en cada caso.

En el caso de emplear escorias siderúrgicas como áridos, se comprobarán previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Se prohíbe el empleo de todos los áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

Por su parte, el fabricante del hormigón, que está obligado a emplear áridos que cumplan las especificaciones señaladas en el Código Estructural., deberá en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

17.3.3.2 Designación y tamaños del árido:

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo "d" y máximo "D" en mm, de acuerdo con la siguiente expresión: árido d/D.

Se denomina tamaño máximo D de un árido la mínima abertura de tamiz UNE-EN 933-2:1996 por el que pasa más del noventa por ciento (90%) en peso, cuando además pase el total por el tamiz de abertura doble. Se denomina tamaño mínimo "d" de un árido, la máxima abertura de tamiz UNE-EN 933-2:1996 por el que pasa menos del diez por ciento (10%) en peso.

Se entiende por arena o árido fino, el árido o fracción del mismo que pasa por el tamiz de 4 mm de luz de malla (tamiz UNE-EN 933-2:1996); por grava o árido grueso, el que resulta retenido por dicho tamiz, y árido total, aquel que, de por sí o por mexcal, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que cuarenta y cinco grados (45°) con la dirección del hormigonado.
- 1,25 de la distancia entre un borde la pieza y una vasina o armadura que forme un ángulo no mayor que cuarenta y cinco grados (45°) con la dirección de hormigonado.
- 0.25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:
 - Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.
 - Piezas en ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido, en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

17.3.3.3 Suministro:

Antes de comenzar el suministro, el peticionario podrá exigir al suministrador una demostración satisfactoria de que los áridos a suministrar cumplen con los requisitos exigidos en el Código Estructural.

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición del Director de las Obras, y en la que figuren, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la cantera.
- Fecha de entrega.
- Nombre del peticionario.
- Tipo de árido.
- Cantidad del árido suministrado.
- Designación del árido d/D.
- Identificación del lugar de suministro.

17.3.3.4 Almacenamiento:

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente y, especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas. Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

17.3.3.5 Aditivos y adiciones

En el hormigón armado y pretensado, se prohíbe de forma explícita, la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras. Expresamente se prohíbe la utilización de cloruro cálcico (Código Estructural).

Para poder utilizar un aditivo éste deberá suministrarse correctamente etiquetado (UNE EN 934-6/2019) y con un certificado de garantía del fabricante firmado por persona física.

En obras de edificación el contenido de adiciones se limitará a un máximo del treinta y cinco por ciento (35%) del peso en cemento, para el caso de cenizas volantes, y del diez por ciento (10%) para el caso de humo de sílice.

17.3.4 Hormigones:

17.3.4.1 Composición:

La composición elegida para la preparación de las mezclas destinadas a la construcción de estructuras o elementos estructurales deberá estudiarse previamente, con el fin de asegurarse de que es capaz de proporcionar hormigones cuyas características satisfagan las exigencias del Proyecto. Estos estudios se realizarán teniendo en cuenta, en todo lo posible, las condiciones de la obra real (diámetros, características superficiales y distribución de armaduras, modo de compactación, dimensiones de las piezas, etc.)

17.3.4.2 Características mecánicas:

La resistencia del hormigón a compresión, se refiere a la resistencia de la amasada y se obtiene a partir de los resultados de ensayo de rotura a compresión, en número igual o superior a dos, realizados sobre probetas cilíndricas de quince centímetros (15cm) de diámetro y treinta centímetros (30cm) de altura, de veintiocho (28) días de edad, fabricadas a partir de amasada, conservadas con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE-EN 12390-1:2013 y UNE-EN 12390-2:2020, refrentadas según la UNE-EN 12390-3:2020 y rotas por compresión, según el método de ensayo indicado en la UNE-EN 12390-3:2020.

17.3.4.3 Designación de los hormigones:

Los hormigones se designarán de acuerdo con el siguiente formato: T - R / C / TM / A

T - Se distingue el hormigón en función de su uso estructural que puede ser: en masa (HM), armado (HA) o pretensado (HP) y, además, una referencia en el caso de que el hormigón sea autocompactante (AC). La inclusión de esta información permite prever las características del material definidas en la especificación relativas al contenido mínimo de cemento, al contenido de iones cloruro, tipo de cemento y adiciones que pueden utilizarse.

R - En función de la resistencia mecánica a los 28 días en N/mm²:

- HM-20; HM-25; HM-30; HM-35; HM-40; HM-45; HM-50.
- HA-25; HA-30; HA-35; HA-40; HA-45; HA-50.
- HP-25; HP-30; HP-35; HP-40; HP-45; HP-50.

C- letra inicial de la consistencia:

- S – SECA - Asiento en cm de: 0 – 2 tolerancia ± 10 mm
- P - PLÁSTICA - Asiento en cm de: 3 – 4 tolerancia ± 10 mm

- B – BLANDA - Asiento en cm de: 5 – 9 tolerancia \pm 10 mm
- F – FLUIDA - Asiento en cm de: 10 – 15 tolerancia \pm 10 mm
- L – Líquida - Asiento en cm de: 16 – 21 tolerancia \pm 10 mm

TM - Tamaño máximo del árido en milímetros (mm).

A - Designación del ambiente. Este establece, en función de la exposición del hormigón estructural, según lo recogido en la Tabla 27.1.a del Código Estructural y que se resumen como:

- Sin riesgo de ataque por corrosión: X0
- Corrosión inducida por carbonotación: XC1, XC2, XC3, XC4,
- Corrosión inducida por cloruros de origen no marino: XD1, XD2, XD3
- Corrosión inducida por cloruros de origen marino: XS1, XS2, XS3
- Ataque hielo / deshielo: XF1, XF2, XF3, XF4
- Ataque químico: XA1, XA2, XA3
- Erosión: XM1, XM2, XM3

17.3.4.4 Dosificaciones:

Contenido mínimo de cemento: no se admiten hormigones estructurales en los que el contenido mínimo de cemento por metro cúbico sea inferior a: 200 Kg en hormigones en masa, 250 Kg en hormigones armados y 275 Kg en hormigones pretensados. En general, el contenido mínimo de cemento, en función de la exposición a la que vaya a ser sometido el elemento estructural, deberá observar lo establecido en el Código Estructural.

17.3.4.5 Relación máxima agua cemento:

Asimismo, no se admiten hormigones estructurales en los que la relación agua/cemento, en función de la clase de exposición ambiental del hormigón, no sea como máximo la establecida en el Código Estructural.

17.3.5 Hormigón fabricado en central:

17.3.5.1 Tiempo de transporte y fraguado:

Para el transporte del hormigón, se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo mínimo entre la incorporación del agua de amasado al cemento y a los áridos, y la colocación del hormigón en obra, no debe de ser superior a una hora y media (1,5h). En casos en que no sea

posible, o cuando el tiempo sea caluroso, deberán tomarse medidas adecuadas para aumentar el tiempo de fraguado del hormigón sin que disminuya su calidad.

Cuando el hormigón se amase completamente en central y se transporte en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del ochenta por ciento (80%) del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amase, o se termine de amasar en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios (2/3) del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán de estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido.

17.3.5.2 Recepción:

El comienzo de la descarga del hormigón desde el equipo de transporte del suministrador, en el lugar de la entrega, marca el principio del tiempo de entrega y recepción del hormigón, que durará hasta finalizar la descarga de este. El Director de las Obras, es el responsable de que el control de recepción se efectúe tomando las muestras necesarias y realizando los ensayos de control precisos. Cualquier rechazo del hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otra sustancia que pueda alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el asiento del cono de Abrams es menor que el especificado, el suministrador podrá adicionar aditivo fluidificante para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia. Para ello, el elemento transportador deberá estar equipado con el correspondiente equipo dosificador de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de reamasado será al menos de 1 min/m², sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.

La actuación del suministrador termina una vez efectuada la entrega del hormigón y siendo satisfactorios los ensayos de la recepción del mismo.

17.3.6 Acero:

Armaduras pasivas utilizadas en el hormigón armado, serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas.
- Mallas electrosoldadas.
- Armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 y 40 mm.

Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados en las mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente:

5 - 5.5 - 6 - 6.5 - 7 - 7.5 - 8 - 8.5 - 9 - 9.5 - 10 - 10.5 - 11 - 11.5 - 12 y 14 mm.

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados en las armaduras básicas electrosoldadas en celosía, se ajustarán a la serie siguiente:

5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - y 12 mm.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras. La sección equivalente no será inferior al noventa y cinco por ciento (95,5%) de su sección nominal. Se considera como límite elástico del acero, f_y , el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2 por 100.

17.3.6.1 Denominación del acero:

- Acero en barras corrugadas:
 - B 400 S acero soldable de límite elástico no menor de 400 N/mm².
 - B 500 S acero soldable de límite elástico no menor de 500 N/mm².
- Alambres para mallas y armaduras básicas electrosoldadas: B500 T acero de límite elástico no menor de 500 N/mm².
- Barras corrugadas: son las que cumplen los requisitos establecidos en la UNE 36068:2011.

A efectos de control será suficiente comprobar que el acero posee el certificado específico de adherencia y realizar una verificación geométrica para comprobar que las corrugas de las barras, están dentro de los límites que figuran en dicho certificado. Las características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante serán las especificadas en el Código Estructural. Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado, UNE 36068:2011. Llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en la UNE 36068:2011.

- Mallas electrosoldables: Son aquellas que cumplen los requisitos técnicos prescrito en la UNE 36092:2014. Se entiende por malla electrosoldada la fabricada con barras corrugadas o alambres de acero, longitudinales y transversales que cumplen lo especificado el Código Estructural. Cada paquete debe llegar al punto de suministro (obra, Taller de ferralla o almacén) con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en UNE 36092:2014).

17.3.6.2 Almacenamiento:

Tanto en el transporte, como durante el almacenamiento, la armadura pasiva se protegerá adecuadamente contra la lluvia, la humedad del suelo y la eventual agresividad de la atmósfera ambiente. Hasta el momento de su empleo, se conservará en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin, de asegurarse que no presenta alteraciones perjudiciales para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, superiores al uno por ciento (1%) respecto del peso inicial de la muestra, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben de estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

17.3.6.3 Acero elaborado en obra:

Barras o conjuntos de barras montadas, cortadas y conformadas, para elementos de hormigón armado, elaboradas en la obra.

17.3.6.4 Ejecución:

El doblado se hará en frío y a velocidad moderada.

No se enderezarán los codos excepto si se puede verificar que se realizará sin daños.

El diámetro interior de doblado de los estribos (D_i) cumplirá:

Diámetro de barra (D)	Diámetro interior de doblado		
	AEH 400	AEH 500	AEH 600
$D \leq 12 \text{ mm}$	$\geq 2,5 D$	$\geq 3 D$	$\geq 4 D$
$12\text{mm} < D \leq 16 \text{ mm}$	$\geq 3 D$	$\geq 4 D$	$\geq 5 D$
$16\text{mm} < D \leq 25 \text{ mm}$	$\geq 4 D$	$\geq 5 D$	$\geq 6 D$
$D > 25 \text{ mm}$	$\geq 5 D$	$\geq 6 D$	$\geq 7 D$

En cualquier caso, el diámetro de doblado será $\geq 3 \text{ cm}$.

17.3.6.5 Unidad y criterios de medición y abono:

Kg de peso necesario elaborado en obra, calculado con el peso unitario teórico o cualquier otro criterio expresamente aceptado por la Dirección Facultativa.

Este criterio incluye las pérdidas de material debidas a las operaciones específicas de estos trabajos, como recortes, ligados y solapes.

17.3.6.6 Normativa:

Código Estructural.

17.3.7 Puesta en obra del hormigón:

17.3.7.1 Colocación:

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado. En el vertido y colocación de las masas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde una altura superior a un metro cincuenta centímetros (1,50m), quedando prohibido el arrojo con palas a gran distancia, distribuirlos con rastrillas, o hacerlo avanzar más de un metro (1m) dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados. No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado, en tanto no se obtenga la conformidad del Director de las Obras, una vez se hayan revisados las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido, en el que deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

17.3.7.2 Compactación:

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie, el espesor de la capa después de ser compactada, no será mayor de veinte centímetros (20cm). Cuando sean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirará de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10cm/s). La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos poco tiempo, a vibrar en pocos puntos prolongadamente. En ningún caso se emplearán los vibradores como elementos para repartir horizontalmente el hormigón. Cuando se empleen vibradores de inmersión, deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras. Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

17.3.7.3 Juntas de hormigonado:

Las juntas de hormigonado que deberán estar previstas en el proyecto se situarán lo más normal posible a las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea lo menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en que las armaduras estén sometidas a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más interna posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado, no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe el Director de las Obras, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra.

Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto. Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

17.3.7.4 Hormigonado en tiempo frío:

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a cinco grados centígrados (5°C). Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados (0°C).

En general, se suspenderá el hormigonado, siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas (48h) siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material. En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información necesarios para estimar las resistencias realmente alcanzadas, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas. El empleo de aditivos anticongelante requerirá una autorización expresa, en cada caso, del Director de las Obras. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ión cloro.

17.3.7.5 Hormigonado en tiempo caluroso:

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para la reducción de la temperatura de la masa. Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlos, deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá este del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseeque. Si la temperatura ambiente es superior a los cuarenta grados centígrados (40°C) o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa del Director de las Obras, se adopten medidas especiales.

17.3.7.6 Curado del hormigón:

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos del hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada en estas operaciones deberá poseer las cualidades exigidas en el Código Estructural. El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer periodo del endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

17.3.7.7 Descimbrado, desencofrado y desmolde:

Los distintos elementos que constituyen los moldes, el encofrado, los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón no haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, desmolde o descimbrado.

Se tendrán también en cuenta las condiciones ambientales y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado, o los moldes hayan sido retirados.

Se pondrá especial atención en retirar oportunamente, todo elemento de encofrado o molde que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción, asiento o dilatación, así como las articulaciones, si las hay.

Para facilitar el desencofrado y, en particular, cuando se empleen moldes, se recomienda pintarlos con barnices antiadherentes que cumplan con las condiciones prescritas en el Código Estructural.

17.3.7.8 Acabado de superficies:

Las superficies vistas de las piezas o estructura, una vez desencofradas o desmoldadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior.

Cuando se requiera un particular grado o tipo de acabado por razones prácticas o estéticas, se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

En general, para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclajes, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

17.3.7.9 Observaciones generales respecto a la ejecución. Adecuación del proceso constructivo:

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten a todo lo indicado en el proyecto. En particular, deberá cuidarse que tales disposiciones y procesos sean compatibles con las hipótesis consideradas de cálculo, especialmente en

lo relativo a los enlaces, y a la magnitud de las acciones introducidas durante el proceso de ejecución de la estructura.

Todas las manipulaciones y situaciones provisionales y, en particular, el transporte, montaje, y colocación de las piezas prefabricadas, deberán ser objeto de estudios previos. Será preciso justificar que se han previsto todas las medidas necesarias para garantizar la seguridad, la precisión en la colocación y el mantenimiento correcto de las piezas en su posición definitiva, antes y durante la ejecución y, en su caso, durante el endurecimiento de las juntas construidas en obra.

Si el proceso constructivo sufre alguna modificación sustancial, deberá quedar reflejado el cambio, en la correspondiente documentación complementaria.

17.3.7.10 Acciones mecánicas durante la ejecución:

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

17.3.7.11 Control de calidad del hormigón:

El control de calidad del hormigón comprenderá normalmente, el de su resistencia, consistencia y durabilidad, con independencia de la comprobación del tamaño máximo del árido.

El control de calidad de las características del hormigón se realizará de acuerdo con lo indicado en el Código Estructural. La toma de muestra del hormigón se realizará según UNE-EN 12350-1:2020.

Además, en el caso de hormigón fabricado en central, se comprobará que cada amasada de hormigón esté acompañada por una hoja de suministro debidamente cumplimentada de acuerdo con la Norma y firmada por una persona física. Las hojas de suministro, sin las cuales no está permitida la utilización del hormigón en obra, deben ser archivadas por el Constructor y permanecer a disposición del Director de las Obras, hasta la entrega de la documentación final de control.

17.3.7.12 Control de consistencia del hormigón:

- Especificaciones: La consistencia será la especificada en el Pliego o por el Director de las Obras, por tipo o por asiento en el cono de Abrams.
- Ensayos: Se determinará el valor de la consistencia, mediante el cono de Abrams de acuerdo con UNE-EN 12350-2:2020.
- Criterios de aceptación o rechazo: si la consistencia se ha definido por su tipo, la media aritmética de los dos valores obtenidos según UNE-EN 12350-2:2020 tiene que estar comprendida dentro del intervalo correspondiente.

Si la consistencia se ha definido por su asiento, la media de los dos valores debe de estar comprendida dentro de la tolerancia.

El incumplimiento de las condiciones anteriores implicará el rechazo automático de la amasada correspondiente y la corrección de la dosificación.

17.3.7.13 Tamaño máximo del árido:

Se controlará documentalmente de las hojas de suministro, con objeto de comprobar el cumplimiento de la especificación del tamaño máximo.

Método de ensayo UNE-EN 933-4:2008.

17.3.7.14 Control de las especificaciones relativas a la durabilidad del hormigón:

A efectos de las especificaciones relativas a la durabilidad del hormigón, contenidas en el Código Estructural., se llevará a cabo los siguientes controles:

- Control documental de las hojas de suministro, con objeto de comprobar el cumplimiento de las limitaciones de la relación a/c y del contenido de cemento.
- Control de la profundidad de la penetración del agua, en los casos de exposición III o IV, o cuando el ambiente presente cualquier clase específica de exposición.

El control de la profundidad de penetración de agua se realizará para cada tipo de hormigón (de distinta resistencia o consistencia) que se coloque en la obra, en los casos indicados, así como cuando lo disponga la Dirección de la Obra. El control de la profundidad de penetración de agua se efectuará con carácter previo al inicio de la obra, mediante la realización de ensayos según UNE-EN 12390-8:2020, sobre un conjunto de tres probetas de un hormigón con la misma dosificación que el que se va a emplear en la obra. La toma de la muestra se realizará en la misma instalación en la que va a fabricarse el hormigón durante la obra.

En todos los casos, con el hormigón suministrado, se adjuntará la hoja de suministro o albarán en la que el suministrador reflejará los valores de los contenidos de cemento y de la relación agua/cemento del hormigón fabricado en la central suministradora. El control documental de las hojas de suministro se realizará para todas las amasadas del hormigón que se lleve a cabo durante la obra. El contenido de las citadas hojas será conforme a lo que para él se prescribe y estará en todo momento a disposición del Director de las Obras.

Tanto el momento de la citada operación, como la selección del laboratorio encargado para la fabricación, conservación y ensayo de estas probetas deberán ser acordados previamente por el Director de las Obras, el Suministrador del hormigón y el Usuario del mismo.

En el caso de hormigones fabricados en central, el Director de las Obras podrá eximir de la realización de estos ensayos cuando el suministrador presente al inicio de la obra, la documentación que permita el control documental de la idoneidad de la dosificación a emplear. Se rechazarán aquellos ensayos con más de seis meses de antelación sobre la fecha en la que se efectúa el control,

La valoración del control documental del ensayo de profundidad de penetración de agua se efectuará sobre un grupo de tres probetas de hormigón. Los resultados obtenidos, conforme a UNE-EN 12390-8:2020, se ordenarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- Las profundidades máximas de penetración, $Z1 \geq Z2 \geq Z3$
- Las profundidades medias de penetración: $T1 \leq T2 \leq T3$

El hormigón ensayado deberá cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$Z_m = (Z1 + Z2 + Z3) / 3 \leq 50 \text{ mm.} \quad Z3 \leq 65 \text{ mm.}$$

$$T_m = (T1 + T2 + T3) / 3 \leq 30 \text{ mm.} \quad T3 \leq 40 \text{ mm.}$$

17.3.7.15 Ensayos previos del hormigón:

Se realizarán en laboratorio antes de comenzar el hormigonado de la obra.

17.3.7.16 Ensayos de control del hormigón:

Estos ensayos son preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar, a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto.

El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

- Modalidad 1: Control a nivel reducido.
- Modalidad 2: Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas.
- Modalidad 3: Control estadístico del hormigón, cuando solo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan.
- Control a nivel reducido: en este tipo de nivel de control, se realizará por medición de la consistencia del hormigón, fabricado de acuerdo con dosificaciones tipo.
- Control al 100 por 100: esta modalidad de control es de aplicación a cualquier obra. Para el conjunto de amasadas sometidas a control se verifica que:

$$f_{creal} = f_{est}.$$

- Control estadístico del hormigón: esta modalidad de control es de aplicación general a obras de hormigón en masa, armado y pretensado.

A efectos de control, se dividirá la obra en partes sucesivas denominadas lotes. Todas las unidades de producto (amasadas) de un mismo lote procederán del mismo Suministrador, estarán elaboradas con las mismas materias primas y serán el resultado de la misma dosificación nominal.

Límites máximos para el establecimiento de los lotes de control:

- Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.): en volumen cada 100 m³, en tiempo cada 2 semanas, en superficie cada 500 m² y cada 2 plantas.
- Elementos o grupo de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (forjados, tableros, muros de contención, etc.): en volumen cada 100 m³, en tiempo cada 2 semanas, en superficie cada 1000 m² y cada 2 plantas.
- Macizos (zapatas, estribos de puentes, bloques, etc.): en volumen cada 100 m³ y en tiempo cada semana.

La realización de los ensayos y las decisiones derivadas del control se harán según lo indicado en el Código Estructural.

17.3.7.17 Penalizaciones:

Se establecen las siguientes penalizaciones, para la parte de obra de hormigón que sea aceptada y que presenta defectos de resistencia.

$$\text{Si } 0,9 f_{ck} \leq f_{est} < f_{ck}$$

P = Coste (1,05 - f_{est}/f_{ck})

P = Penalización en Ptas/m³

Coste = Coste del m³ del hormigón

17.3.7.18 Control de calidad del acero

Se establecen los siguientes niveles para controlar la calidad del acero:

- Control a nivel reducido.
- Control a nivel normal.

En obras de hormigón pretensado solo podrá emplearse el nivel de control normal, tanto para las armaduras activas como para las pasivas.

A efectos del control del acero, se denomina partida al material de la misma designación (aunque de varios diámetros) suministrados de una vez. Lote es la subdivisión que se realiza de una partida, o del

material existente en obra o taller en un momento dado, y que se juzga a efectos de control de forma indivisible. No podrán utilizarse partidas de acero que no lleguen acompañadas del certificado, de tal forma que todas las partidas que se colocan en obra deben de estar previamente clasificadas. En caso de aceros certificados, el control debe de realizarse antes de la puesta en servicio de la estructura.

- Control a nivel reducido: este nivel de control, que sólo será aplicable para armaduras pasivas, se contempla en aquellos casos en los que el consumo de acero de la obra es muy reducido o cuando existen dificultades para realizar ensayos completos sobre el material.

En estos casos, el acero a utilizar estará certificado y se utilizará como resistencia de cálculo el valor:

f_{yk}

0,75----- V_s

El control consiste en comprobar, sobre cada diámetro: que la sección equivalente cumple lo especificado en el Código Estructural., realizándose dos comprobaciones por cada partida de material suministrado obra y que no se formen grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclajes, mediante inspección en obra.

- Control a nivel normal: este nivel se aplicará a todas las armaduras, tanto activas como pasivas. En el caso de armaduras pasivas, todo el acero de la misma designación que entregue un mismo suministrador se clasificará, según su diámetro, en serie fina (diámetros igual o menor de 10mm), serie media (diámetro 12 a 25mm), y serie gruesa (superior a 25mm). En el caso de armaduras activas, el acero se clasificará según este mismo criterio, aplicado al diámetro nominal de las armaduras

A efectos de control de productos certificados, las armaduras se dividirán en lotes, correspondientes cada uno a un mismo suministrador, designación y serie, y siendo su cantidad máxima de 40 toneladas o fracción en el caso de armaduras pasivas, y 20 toneladas o fracción en el caso de armaduras activas. Se procederá de la siguiente manera: se tomarán dos probetas por cada lote, para sobre ellas:

- Comprobar que la sección equivalente cumple lo especificado en el Código Estructural., según sea el caso.
- En el caso de barras corrugadas comprobar que las características geométricas de sus resaltes están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia según el Código Estructural.
- Realizar, después de enderezado, el ensayo de doblado y desdoblado indicado en el Código Estructural., según sea el caso.

Se determinarán, al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, carga de rotura y alargamiento como mínimo en una probeta de cada diámetro y tipo de acero empleado y suministrador, según las UNE-EN ISO 6892-1:2020 y UNE 7326:1988 respectivamente.

En el caso particular de las mallas electrosoldadas se realizarán como mínimo, dos ensayos por cada diámetro principal empleado en cada una de las dos ocasiones; y dichos ensayos incluirán la resistencia al arrancamiento del nudo soldado según UNE-EN ISO 15630-2:2019.

A efectos de control de productos no certificados, las armaduras se dividirán en lotes, correspondientes a un mismo suministrador, designación y serie, y siendo su cantidad máxima de 20 toneladas o fracción en el caso de armaduras pasivas, y 10 toneladas o fracción en el caso de armaduras activas. Se procederá de la siguiente manera: se tomarán dos probetas por cada lote, para sobre ellas:

- Comprobar que la sección equivalente cumple lo especificado en el Código Estructural., según sea el caso.
- En el caso de barras corrugadas comprobar que las características geométricas de sus resaltos están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia según el Código Estructural.
- Realizar, después de enderezo, el ensayo de doblado y desdoblado indicado en el Código Estructural., según sea el caso.

Se determinarán, al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, carga de rotura y alargamiento como mínimo en una probeta de cada diámetro y tipo de acero empleado y suministrador según las UNE-EN ISO 6892-1:2020 y UNE 7326:1988 respectivamente.

En el caso particular de las mallas electrosoldadas se realizarán como mínimo, dos ensayos por cada diámetro principal empleado en cada una de las dos ocasiones; y dichos ensayos incluirán la resistencia al arrancamiento del nudo soldado según UNE-EN ISO 15630-2:2019.

17.3.8 Comprobaciones que deben efectuarse durante la ejecución:

17.3.8.1 Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución:

- Directorio de agentes involucrados.
- Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.
- Existencia de archivos de certificados de materiales, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyectos o información complementaria.
- Revisión de planos y documentos contractuales.
- Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados.
- Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
- Suministro y certificados de aptitud de materiales.

17.3.8.2 Comprobaciones de replanteo y geométricas:

- Comprobación de cotas, niveles y geometría.
- Comprobación de tolerancias admisibles.

17.3.8.3 Cimbras y andamiajes:

- Existencias de cálculos, en los casos necesarios.
- Comprobación de planos.
- Comprobación de cotas y tolerancias.
- Revisión de montaje.

17.3.8.4 Armaduras:

- Tipo, diámetro y posición.
- Corte y doblado.
- Almacenamiento.
- Tolerancia y colocación.
- Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de separadores y distanciadores.
- Estado de vainas, anclajes y empalmes y accesorios.

17.3.8.5 Encofrados:

- Estandaridad, rigidez y textura.
- Tolerancias.
- Posibilidad de limpieza, incluidos fondos.
- Geometría y contraflechas.

17.3.8.6 Transporte, vertido y compactación:

- Tiempo de transporte.
- Condiciones de vertido: método, secuencia, altura máxima, etc.
- Hormigonado con viento, tiempo frío, tiempo caluroso o lluvia.
- Compactación del hormigón.
- Acabado de superficies.

17.3.8.7 Juntas de trabajo, contracción o dilatación:

- Disposición y tratamiento de juntas de trabajo y contracción.
- Limpieza de las superficies de contacto.
- Tiempo de espera.
- Armaduras de conexión.
- Posición, inclinación y distancia.
- Dimensiones y sellado, en los casos que proceda.

17.3.8.8 Curado:

- Método aplicado.
- Plazos de curado.
- Protección de superficies.

17.3.8.9 Desmolde y descimbrado:

- Control de resistencia del hormigón antes del tesado.
- Control de sobrecargas de construcción
- Comprobación de plazos de descimbrado.
- Reparación de defectos.

17.3.8.10 Tesado de armaduras activas:

- Programa de tesado y alargamiento de armaduras activas.
- Comprobación de deslizamientos y anclajes.
- Inyección de vainas y protección de anclajes.

17.3.8.11 Reparación de defectos y limpieza de superficies:

Los resultados de todas las inspecciones, así como las medidas correctoras adoptadas, se recogerán en los correspondientes partes o informes. Estos documentos quedarán recogidos en la Documentación Final de la Obra, que deberá entregar la Dirección de la Obra a la Propiedad, tal y como se especifica en el Código Estructural.

17.3.8.12 Normativa:

- Código Estructural (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio)
- UNE-EN 12350-5:2020. Ensayos de hormigón fresco. Parte 5: Ensayo de la mesa de sacudidas.
- UNE 83957/2008. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del residuo seco.
- UNE 83956/2008. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del contenido en ion sulfato.
- UNE 83959:2014. Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado. Determinación cualitativa de hidratos de carbono.
- UNE 146403:2018. Determinación de los terrones de arcilla y otras partículas deleznable en los áridos para la fabricación de morteros y hormigones.
- UNE-EN ISO 7438:2021. Materiales metálicos. Ensayo de doblado (ISO 7438:2020).
- UNE-EN ISO 6892-1:2020. Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente. (ISO 6892-1:2019).
- UNE-EN 1363-1:2021. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE 36068:2011. Barras corrugadas de acero soldable para uso estructural en armaduras de hormigón armado.
- UNE 36092:2014. Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.
- UNE 36094/1997. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón armado.
- UNE 36094/1997. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.
- UNE 36099/1996. Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.
- UNE 36811/1998 IN. Barras corrugadas de acero para armaduras de hormigón armado. Código de identificación del fabricante.
- UNE 36812/1996 IN. Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado. Código de identificación del fabricante.

- UNE 36831/1997. Armaduras pasivas de acero para hormigón estructural. Corte, doblado y colocación de barras de mallas. Tolerancias. Formas preferentes de armado.
- UNE 80114:2014. Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación de los fraguados anormales (método de la pasta de cemento).

17.4 Losas:

Cimentaciones realizadas mediante losas horizontales de hormigón armado, en suelos de mediana y baja calidad, de edificios cuyos soportes estén dispuestos en los nudos de una retícula ortogonal y pertenezcan a una estructura con aproximada simetría geométrica y mecánica.

17.4.1 Operaciones previas a la ejecución:

- Eliminación del agua de la excavación.
- Comprobación de la cota de fondo mayor de ochenta centímetros (80cm).
- Rasante del fondo de la excavación.
- Compactación plana de apoyo de la losa.
- Drenajes permanentes bajo el edificio.
- Hormigón de limpieza. Nivelación.
- No interferencia entre conducciones de saneamiento y otras.
- Replanteo de ejes de soportes y muros.
- Fondos estructurales (losas).

17.4.2 Ejecución:

Se procederá a la compactación del plano de la losa según el tipo de terreno:

- Terreno de cimentación predominantemente arenoso: la excavación del terreno, hasta el plano de apoyo de la losa, se realizará por bandas, de forma que inmediatamente después de poner a descubierto dicho plano, se efectúe un riego muy superficial mediante lechada de cemento; una vez endurecida esta superficie, se colocará sobre ella la capa de hormigón compacto de limpieza y regulación, para el apoyo.
- Terreno de cimentación predominantemente arcilloso-limoso en estabilidad de volumen: la excavación hasta el plano de apoyo de la losa se realizará en dos fases:
 - La primera, hasta profundidad máxima de treinta centímetros (30cm) por encima del nivel del apoyo, quedando esta capa como protección del plano de apoyo de la losa.
 - En la segunda fase, se eliminará por bandas la capa de cobertura, se limpiará la superficie descubierta y, seguidamente, se aplicará una capa de protección de hormigón compacto de limpieza, proporcionando regulación para el apoyo.

Se evitarán las conducciones enterradas bajo la losa y se replantearán los ejes de soportes y muros, así como las juntas estructurales.

Los encofrados y moldes serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, dado el modo de compactación previsto. Los de madera se humedecerán para evitar que absorban el 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. Las superficies interiores de los encofrados y moldes aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados y moldes no impidan la retracción del hormigón. Si se utilizan productos para facilitar el desencofrado o desmolde de las piezas, dichos productos no deben dejar rastros en los paramentos de hormigón, ni deslizar por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. Por otra parte, no deberán impedir la ulterior aplicación de revestimientos ni la posible construcción de juntas de hormigonado, especialmente cuando se trate de elementos que, posteriormente, vayan a unirse entre sí, para trabajar solidariamente. Como consecuencia, el empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado, en cada caso, por el Director de las Obras.

Como norma general, se recomienda utilizar para estos fines, barnices antiadherentes, compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente o cualquier otro producto análogo.

17.4.2.1 Doblado de las armaduras:

Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto. En general, esta operación 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. El doblado de las barras, salvo indicación en contra del proyecto, se realizará con diámetros interiores "d" que cumplan las condiciones establecidas en el Código Estructural. No se admitirá, el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

17.4.2.2 Colocación de las armaduras:

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del proyecto, sujetas entre sí y al encofrado, de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón, y permitan a éste envolverlas sin dejar coqueras.

En vigas y elementos análogos, las barras que se doblen deberán ir convenientemente envueltas por cercos o estribos en la zona del codo. Esta disposición es siempre recomendable, cualquiera que sea el elemento de que se trate. En estas zonas, cuando se doble simultáneamente muchas barras, resulta aconsejable aumentar el diámetro de los estribos o disminuir su separación.

Los cercos o estribos se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura.

Cuando exista peligro de que se puedan confundir unas barras con otras, se prohíbe el empleo simultáneo de aceros de características mecánicas diferentes. Se podrán utilizar, no obstante, en un mismo elemento dos tipos diferentes de acero, uno para la armadura principal y otro para los estribos.

En la ejecución de las obras se cumplirán en todo caso las prescripciones del Código Estructural.

17.4.2.3 Transporte de hormigón:

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible, empleando métodos que impidan toda segregación, exudación, evaporación de agua o infusión de cuerpos extraños en la masa. No deberá ser transportado un mismo amasijo en camiones o compartimentos diferentes. No se mezclarán masas frescas fabricadas con distintos tipos de cemento. Al cargar los elementos de transporte no deben formarse con las masas montones cónicos de altura tal, que favorezca la segregación. La máxima caída libre vertical de las masas, en cualquier punto de su recorrido, no excederá de un metro (1m), procurándose que la descarga del hormigón en la obra, se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra podrá hacerse empleando camiones provistos de agitadores, o camiones sin elementos de agitación, que cumplan con la vigente instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado.

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se cuidará especialmente de que no se produzca desecación de los amasijos durante el transporte. A tal fin, si éste dura más de treinta minutos (30 min), se adoptarán las medidas oportunas, tales como cubrir los camiones o amasar con agua enfriada, para conseguir una consistencia adecuada en obra sin necesidad de aumentar la cantidad de agua, o si se aumenta ésta, controlar que las características del hormigón en el momento del vertido sean las requeridas.

17.4.2.4 Vertido:

En el caso de utilización de alguno de los medios que se reseñan a continuación, éstos deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Cintas transportadoras. En el caso de vertido directo se regulará su velocidad y se colocarán los planos y contraplanos de retención que resulten necesarios para evitar la segregación del hormigón.

- Trompas de elefante. Su diámetro será por lo menos de veinticinco centímetros (25cm), y los medios para sustentación, tales que, permitan un libre movimiento del extremo de descarga sobre la parte superior del hormigón, y faciliten que se pueda bajar rápidamente cuando sea necesario retardar o cortar su descarga.
- Cangilones de fondo movable. Su capacidad será, por lo menos, de un tercio de metro cúbico (1/3 m3).

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de las armaduras.

17.4.2.5 Replanteo de ejes:

- Comprobación de cotas entre ejes.
- Comprobación de las dimensiones en plantas.

17.4.2.6 Compactación del hormigón:

- Frecuencia del vibrador utilizado.
- Duración, distancia y profundidad de vibración (cosido de tongadas).
- Forma de vibrado (siempre sobre la masa).

17.4.2.7 Curado del hormigón:

- Mantenimiento de la humedad superficial de los elementos en los siete (7) primeros días.
- Registro diario de la temperatura. Predicción climatológica.
- Temperatura registrada. Menor de cuatro grados bajo cero (-4°C) con hormigón fresco: investigación.
- Temperatura registrada. Superior cuarenta grados centígrados (40°C) con hormigón fresco: investigación.
- Actuaciones en tiempo frío: prevenir congelación.
- Actuaciones en tiempo caluroso: prevenir agrietamientos en la masa del hormigón.
- Actuaciones en tiempo lluvioso: prevenir lavado del hormigón.

17.4.3 Normativa:

- Código Estructural
- RC-16 Instrucción para la recepción de cementos.

Se podrá utilizar como referencia siempre que no se oponga a ninguna disposición del CTE la siguiente documentación:

NTE-CSL Norma Tecnológica de la Edificación. Cimentaciones, Superficiales, Losas.

17.4.4 Medición y abono:

El hormigón se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. No obstante, se podrá definir otras unidades, tales como metro cuadrado (m²) de losa, etc., en cuyo caso el hormigón se medirá y abonará de acuerdo con dichas unidades.

El cemento, áridos, agua y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos, en el precio unitario, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado. El abono de las adiciones no previstas en el Proyecto y que hayan sido autorizadas por el Director, se hará por kilogramos (Kg) utilizados en la fabricación del hormigón antes de su empleo.

No se abonarán 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 toleradas o que presenten defectos.

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (Kg) deducido de los planos, aplicando, para cada tipo de acero, los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos planos. Se aplicará a esta cantidad un % en concepto de abono de mermas, despuntes y alambre de atar.

Los encofrados y moldes se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie de hormigón medidos sobre planos.

17.5 Muros:

Muros de hormigón armado con cimentación superficial, directriz recta y sección constante, para sostener rellenos drenados entre explanadas horizontales

17.5.1 Ejecución:

- Se habrá aprobado por el Director de las Obras, el replanteo del muro.
- Se comprobará que el terreno de cimentación coincide con el previsto en el informe geotécnico.
- Los últimos treinta centímetros (30cm) de terreno de cimentación se quitarán inmediatamente antes del vertido del hormigón de limpieza.
- El fondo de la excavación deberá presentar consistencia o compacidad homogénea, quitándose los lentejones de dureza mayor o bolsas de dureza menor que la circundante, compactándose la oquedad.
- Se habrá encofrado y la Dirección Facultativa habrá dado el visto bueno a la colocación de las armaduras.
- En la base se habrá ejecutado la capa de hormigón de limpieza y en el fuste el encofrado de una de las caras.

17.5.1.1 Antes de hormigonar:

Se colocarán las armaduras limpias, sin presentar defectos en la superficie, así como los tubos o manguitos pasa muros. Los conductos que atraviesen el muro lo harán en Dirección normal al fuste, colocándolos forzando las armaduras. Para diámetros y/o huecos mayores de quince centímetros (15cm), se solicitará de la Dirección Técnica un estudio particular de refuerzo de armaduras.

17.5.1.2 Durante el hormigonado:

La zapata del muro se hormigonará a excavación llena, no admitiéndose encofrados perdidos. Cuando las paredes no presenten suficiente consistencia se dejará el talud natural, se encofrará provisionalmente y una vez quitado el encofrado se rellenará y compactará el exceso de excavación.

En general, se hormigonará en una jornada el muro o tramo de muro entre juntas de dilatación, evitando juntas horizontales de hormigonado. Caso de producirse juntas de hormigonado, se dejarán adarajes o redientes y antes de verter el nuevo hormigón, se picará la superficie, dejando los áridos al descubierto y se limpiará y humedecerá.

El vertido de hormigón se realizará desde una altura no superior a cien centímetros (100cm). Se verterá y compactará por tongadas de no más de cien centímetros (100cm) de espesor, ni mayor que la longitud de la barra o vibrador de compactación, de manera que no se produzca su disgregación y que las armaduras no experimenten movimientos, y queden envueltas sin dejar coqueras y el recubrimiento sea el especificado. La compactación se hará mediante vibrado para hormigones de consistencia plástica y por picado con barra para hormigones de consistencia blanda.

Se suspenderá el hormigonado siempre que la temperatura ambiente sea superior a cuarenta grados centígrados (40°C) o cuando se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h.) siguientes pueda descender por debajo de los cero grados centígrados (0°C), salvo autorización expresa del Director de las Obras.

17.5.1.3 Después del hormigonado:

El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies del muro, mediante riego directo que no produzca deslavado, o a través de un material que retenga la humedad durante no menos de siete (7) días.

No se desencofrará el muro hasta transcurrir un mínimo de siete (7) días, ni se realizará el relleno de su trasdós hasta que hayan transcurrido un mínimo de veintiún (21) días, que se ampliará a veintiocho (28)

cuando en los veintiún (21) primeros días, se hayan dado temperaturas inferiores a cuatro grados centígrados (4°C).

No se rellenarán las coqueras sin autorización previa de la Dirección. El sellante de las juntas, habrá de introducirse cuando la junta esté limpia y seca antes de disponer el relleno drenado del trasdós.

Una vez desencofrado el muro, se procederá a la impermeabilización del trasdós del mismo mediante la colocación de una membrana adherida al trasdós del muro. Se colocará de una manera continua con los solapes y forma de ejecución indicados por el fabricante. Se preverá la prolongación de la membrana por la parte superior del muro, un mínimo de veinticinco centímetros (25cm). En su caso, según el tipo, se protegerá la membrana contra la agresión física y química del relleno del trasdós del muro.

17.5.2 Control de calidad:

Se realizará un control cada quince metros (15m) y no menos de uno por tramo, de:

- Replanteo, nivelado y dimensiones de zapata y fuste.
- Disposición de la armadura, tipo de acero y diámetro de los redondos.
- Desplome del fuste medido en la cara vertical.

Se realizará un control por muro de la distancia entre juntas. Se realizará un control por junta de las dimensiones y ejecución de la misma. Se realizarán los controles sobre la consistencia y resistencia del hormigón, establecidos en el Código Estructural, considerándose como lote de control cada tramo de muro comprendido entre juntas de dilatación.

Se considerarán condiciones de no aceptación automática:

- Variaciones en el replanteo y/o nivelado, superiores a cinco centímetros (5cm).
- Variaciones no acumulativas en las dimensiones superiores en dos centímetros (2cm) de las especificadas.
- Variación de dos centímetros (2cm) en el desplome del fuste.
- Separación entre juntas superior a quince metros (15m).
- Variaciones en el ancho de la junta superiores a cinco milímetros (5mm).
- Ausencia de perfil separador y/o sellado.

17.5.3 Normativa:

- Código Estructural
- RC-16 Instrucción para la recepción de cementos.

Se podrá utilizar como referencia siempre que no se oponga a ninguna disposición del CTE la siguiente documentación:

NTE-CCM Norma Tecnológica de la Edificación. Muros.

17.5.4 Medición y abono:

El hormigón se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. No obstante, se podrá definir otras unidades, tales como metro cuadrado (m²) de muro especificando su anchura, etc., en cuyo caso el hormigón se medirá y abonará de acuerdo con dichas unidades.

El cemento, áridos, agua y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado. El abono de las adiciones no previstas en el Proyecto y que hayan sido autorizadas por el Director de las Obras, se hará por kilogramos (Kg) utilizados en la fabricación del hormigón antes de su empleo.

No se abonarán 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 toleradas o que presenten defectos.

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (Kg) deducido de los planos, aplicando, para cada tipo de acero, los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos planos. Se aplicará a esta cantidad un % en concepto de abono de mermas, despuntes y alambre de atar.

Los encofrados y moldes se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie de hormigón medidos sobre planos.

17.6 Soleras:

Revestimiento de suelos en el interior de las edificaciones, consistente en una capa de hormigón en masa o armado, cuya superficie superior quedará vista o recibirá un tratamiento de acabado.

17.6.1 Ejecución:

17.6.1.1 Acondicionamiento del terreno:

Previamente se habrá compactado el terreno hasta conseguir un valor aproximado al noventa por ciento (90%) del Próctor Normal y vertiéndose una capa de aproximadamente entre cero y veinticinco centímetros (0 y 25cm) de espesor según las especificaciones del proyecto, de encachado de piedra que se compactará a mano. Posteriormente y antes del vertido del hormigón se extenderá un aislante de polietileno.

17.6.1.2 Hormigonado de la solera:

La solera será de espesor el especificado en el proyecto en centímetros (cm), formada con hormigón en masa o armado de f_{ck} especificada y de consistencia plástica blanda. Se realizará con superficie maestreada y perfectamente lisa. Cuando la solera esté al exterior o se prevean temperaturas elevadas, se realizará el cuadro que se indica en el capítulo de estructuras.

17.6.1.3 Juntas de dilatación:

En las soleras en las que se prevean juntas se instalarán sellantes de material elástico, fácilmente introducible en ellas y adherente al hormigón. Las juntas se definirán previamente siendo de un centímetro (1cm) de espesor y una profundidad igual a un tercio (1/3) del canto de la solera.

17.6.1.4 Juntas con elementos de la estructura:

Alrededor de todos los elementos portantes de la estructura (pilares y muros) se colocarán unos separadores de un centímetro (1cm) de espesor y de igual altura que el canto de la capa de hormigón, se colocarán antes del vertido y serán de material elástico.

El hormigón no tendrá una resistencia inferior al noventa por ciento (90%) de la especificada, y la máxima variación de espesor será de menos un centímetro (-1cm) a más uno y medio (+1,5cm). El acabado de la superficie será mediante reglado y el curado será por riego.

Se ejecutarán juntas de retracción de un centímetro no separadas más de seis metros (6m) que penetrarán en un tercio (1/3) del espesor de la capa de hormigón.

Se colocarán separadores en todo el control de los elementos que interrumpan la solera antes de verter el hormigón, con altura igual al espesor de la capa.

El control de ejecución se basará en los aspectos de preparación del soporte, dosificación del mortero, espesor, acabado y planeidad.

La armadura longitudinal de la solera se empalmará mediante solape de cuarenta centímetros (40cm), como mínimo, soldándose y/o atándose con alambre en toda la longitud del mismo.

17.6.2 Control de calidad:

Unidad de inspección o control, cada doscientos metros cuadrados (200m²) o fracción.

Controles a efectuar:

- En cualquier tipo de solera, la resistencia característica del hormigón, no aceptándose los que presenten resistencias características inferiores al noventa por ciento (90%) de la especificada, ni variaciones en el espesor de menos un centímetro (1cm) o más un centímetro y medio (1,50cm).
- Se enrasará la capa de arena, no admitiéndose irregularidades superiores a veinte milímetros (20mm) en las soleras ligeras, y a veinticinco milímetros (25mm) en las semipesadas y pesadas.
- Se comprobará la planeidad de la solera, no recibiendo las ligeras y pesadas que no llevando revestimiento presenten faltas superiores a cinco milímetros (5mm) y las semipesadas y para cámaras frigoríficas, con fallos superiores a tres milímetros (3mm), no llevando revestimiento.

17.6.3 Normativa:

Código Estructural.

Se podrá utilizar como referencia siempre que no se oponga a ninguna disposición del CTE la siguiente documentación:

NTE-RSS Norma Tecnológica de la Edificación. Revestimientos de suelos, Soleras.

17.6.4 Medición y abono:

Las soleras se medirán en metros cuadrados (m²) de superficie ejecutada, pudiendo incluir la parte proporcional de juntas.

17.7 Pilotes de hormigón in situ:

Elemento resistente, construido con hormigón en el interior del terreno y de forma cilíndrica, cuya longitud es superior a ocho veces su menor dimensión y que transmite al terreno circundante las cargas de la estructura que soporta.

Se usan en la cimentación indirecta de estructuras de todo tipo, para transmitir las cargas a una determinada profundidad del terreno, cuando éste no ofrece superficialmente, la capacidad portante requerida.

Se clasifican de acuerdo a la Norma Tecnológica de la Edificación "Cimentaciones. Pilotes in situ":

- Pilotes de desplazamiento, con azuche (CPI-2)
- Pilotes de desplazamiento, con tapón de gravas (CPI-3)
- Pilotes de extracción, con entubación recuperable (CPI-4)
- Pilotes de extracción, con camisa perdida (CPI-5)
- Pilotes perforados, sin entubación, con lodos tixotrópicos (CPI-6)
- Pilotes barrenados, sin entubación (CPI-7)
- Pilotes barrenados, con barrena continua (CPI-8)

17.7.1 Materiales:

17.7.1.1 Hormigón:

Se cumplirán las prescripciones d, así como, las de la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos. Por otra parte, además de lo indicado, se estará a lo dispuesto en el artículo 610 "Hormigones" del PG-3.

Los hormigones para pilotes hormigonados "in situ", deberán cumplir, salvo indicación en contra del Proyecto:

- El tamaño máximo del árido no excederá de treinta y dos milímetros (32mm) o de un cuarto (1/4) de la separación entre redondos longitudinales, eligiéndose la menor de ambas direcciones.
- El contenido de cemento será mayor de trescientos cincuenta gramos por metro cúbico (350g/m³) y se recomienda usar al menos cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400Kg/m³). El conjunto de partículas finas en el hormigón, cemento y otros materiales finos, deberá estar comprendido entre cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400Kg/m³) y quinientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (550 Kg/m³).
- La relación agua/cemento y el empleo de aditivos, en su caso, se determinará según , debiendo contar con la aprobación del Director de las Obras.
- La resistencia característica mínima del hormigón, será la indicada en el Proyecto, o en su defecto, la marcada por el Director de las Obras y nunca inferior a lo especificado en el Código Estructural.
- No debe ser atacable por el terreno circundante.
- Debe tener una docilidad suficiente para garantizar una continuidad absoluta en su ejecución, aun extrayendo la entubación, con una consistencia líquida.

17.7.1.2 Armaduras:

Se estará a lo dispuesto en el Código Estructural; así como, en el artículo 600 "Armaduras pasivas a emplear en hormigón estructural" del PG-3 y en UNE 36068:2011.

Los diámetros mínimos de las armaduras longitudinales serán de doce milímetros (12mm). La armadura longitudinal mínima será de cinco barras de doce milímetros (12mm) y en todo caso, la relación mínima del área de la armadura con relación al área nominal del pilote será:

SECCIÓN NOMINAL DEL PILOTE	ÁREA DE REFUERZO LONGITUDINAL
Ac	As
$Ac \leq 0.5m^2$	$As \geq 0.5\% Ac$
$0.5m^2 < Ac \leq 1m^2$	$As \geq 25cm^2$
$Ac > 1m^2$	$As \geq 0.25\% Ac$

En el Proyecto se establecerán las medidas necesarias para dotar de rigidez a las jaulas.

La separación entre barras longitudinales deberá ser la mayor posible, para asegurar un correcto flujo del hormigón, pero no excederá los doscientos milímetros (200mm)

Cuando se hormigone en condiciones sumergidas, la distancia mínima de separación entre barras verticales de una alineación no deberá ser menor de cien milímetros (100mm)

La distancia mínima de separación entre barras de una misma alineación concéntrica podrá ser reducida, a tres veces el diámetro de una barra, o su equivalente, si se cumple que: se usará una mezcla de hormigón muy fluida y diámetro máximo del árido no superior a la cuarta parte de la separación entre barras; los pilotes se hormigonan en condiciones secas.

La mínima distancia entre las barras de las eventuales de diferentes alineaciones concéntricas será mayor o igual que el diámetro de la barra. En ningún caso la separación entre barras longitudinales será inferior a veinte milímetros (20mm), salvo en la zona de solape de barras, donde se podrá reducir.

Los diámetros para barras transversales de cercos o armaduras helicoidales serán superiores a seis milímetros (6mm) y mayores que un cuarto del diámetro máximo de las barras longitudinales.

La armadura transversal deberá adaptarse con precisión, alrededor de la longitudinal principal, y estará unida a ella mediante medios adecuados. Las transversales se sujetarán a las longitudinales por ataduras o soldaduras. En pilotes de hasta diez metros (10m) de longitud, podrán admitirse las ataduras; a partir de esta longitud, las armaduras deberán estar soldadas entre sí, al menos en uno de cada dos puntos de contacto.

17.7.1.3 Recubrimiento:

Se establecerá de acuerdo con lo especificado en el Código Estructural vigente.

El recubrimiento mínimo se incrementará a setenta y cinco milímetros (75mm) cuando:

- El pilote se ejecute en terreno blando y se construya sin entubar.
- Se coloque el hormigón en condiciones sumergidas, con un tamaño máximo del árido de veinticinco milímetros (25mm)
- La armadura se instale después de la colocación del hormigón.
- La perforación tenga las superficies irregulares.

El recubrimiento de hormigón se podrá reducir a cuarenta milímetros (40mm), si se usa un encamisado o forro permanente.

17.7.2 Estudio de ejecución:

Antes de iniciar la ejecución de los pilotes, y con una antelación mínima de treinta (30) días, el Contratista presentará al Director de las Obras, para su aprobación un Estudio de Ejecución de los pilotes, según las directrices marcadas por este último.

El Estudio se apoyará en la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto, así como en los datos obtenidos en posteriores reconocimientos realizados mediante sondeos, teniendo en cuenta que las profundidades se contarán a partir de la punta del pilote y que el área de cimentación deberá entenderse como la superficie sobre la que se distribuyen las cargas a la profundidad de dicha punta.

Constará al menos, de los siguientes puntos:

- Información del terreno.
- Planos de la estructura a cimentar y solicitudes sobre los pilotes.
- Perforación de pilotes.
- Hormigonado de los pilotes.

17.7.3 Equipos:

Se estará a lo dispuesto en el artículo 630 "Obras de hormigón en masa o armado" del PG-3.

Serán máquinas de origen industrial y modelos homologados, que deberán cumplir las condiciones, normas y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial.

El equipo ofrecerá las máximas garantías en lo que se refiere a:

- Precisión en la hincada de entubación.
- Mínima perturbación del terreno.
- Continuidad de los pilotes.
- Calidad del hormigón.

Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno hicieran aconsejable el cambio del tipo de pilotes, el Contratista estará obligado a sustituir por su cuenta los equipos correspondientes por otros que sean adecuados para estas nuevas circunstancias.

17.7.4 Ejecución:

Se estará en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente, en materia medioambiental, de seguridad y salud, de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

En el hormigonado de los pilotes, se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el pilote quede, en toda su longitud, con sección completa, sin vacíos, bolsas de aire o agua, coqueras, cortes ni estrangulamientos. También se deberán evitar el deslavado y segregación del hormigón fresco.

En los pilotes de entubación cerrada, ésta se limpiará, de modo que no quede tierra, agua, ni objeto o sustancia que pueda producir disminución en la resistencia del hormigón. Lo mismo se hará con los pilotes de entubación abierta con tapón o azuche perdidos. En los demás pilotes de entubación abierta, se procederá, inmediatamente antes de comenzar a hormigonar, a una limpieza muy cuidadosa del fondo del taladro. Pero si la sedimentación en dicho fondo rebasa los cinco centímetros (5cm), se echará en el mismo, un volumen de gravilla muy limpia y de graduación uniforme, sin nada de arena, de unos quince centímetros (15cm) de altura dentro del taladro construido, formando un apoyo firme para el pilote, absorbiendo en sus huecos la capa de fango que haya sido imposible limpiar.

Una vez que el hormigonado haya comenzado, el tubo-tremie, deberá estar siempre sumergido, en por lo menos, tres metros (3m) de hormigón fresco. En caso de conocerse con precisión el nivel de hormigón, la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros (2m).

Las armaduras longitudinales se suspenderán a una distancia máxima de veinte centímetros (20cm) respecto del fondo de la perforación y se dispondrán bien centradas y sujetas.

Durante el hormigonado de pilotes de entubación recuperable, se irá elevando dicha entubación, de modo que, quede siempre un tapón de hormigón en el fondo de la misma, del orden de los dos diámetros, que impida la entrada del terreno circundante. El hormigonado se podrá hacer, bien en seco, o bien con el tubo inundado lleno de agua, debiendo elegir el Director de las Obras, uno u otro procedimiento, según la naturaleza del terreno. Si se hormigona con el tubo inundado, el hormigón se colocará en obra por medio de tubo-tremie, bomba o cualquier artificio que impida el deslavado. El tubo-tremie, deberá colocarse en el fondo del pilote al comienzo del hormigonado, y se irá izando ligeramente, sin exceder un valor equivalente al diámetro del tubo.

La colocación del hormigón bajo agua o lodos estabilizadores, debe realizarse por tubo-tremie, para evitar la segregación, lavado y contaminación del hormigón.

Si el hormigonado se hace con agua en el tubo, se hormigonará la cabeza del pilote hasta una cota al menos de treinta centímetros (30cm) por encima de lo indicado en el Proyecto y se demolerá después este exceso, por estar constituido por lechada deslavada. Si al efectuar dicha demolición, se observa que los treinta centímetros (30cm) no han sido suficientes para eliminar todo el hormigón deslavado y de mala calidad, se proseguirá la demolición hasta sanear por completo la cabeza, reemplazando el hormigón desmolido por uno nuevo, bien adherido al anterior.

El hormigonado de un pilote se hará sin interrupción, es decir, entre la introducción de dos masas sucesivas, no pase tiempo suficiente como para que se inicie el fraguado. Si por avería o accidente, esto no se cumpliera, el Director de las Obras, decidirá si el pilote se considera válido o no. Si se interrumpe el hormigonado bajo agua, no se aceptará el pilote salvo que, con la aceptación explícita del Director de las Obras, se arbitren medidas para su recuperación y finalización, así como para la comprobación de su correcta ejecución y funcionamiento. El pilote rechazado por el motivo indicado habrá de ser rellenado en toda su longitud abierta en el terreno. La parte de relleno podrá ser de hormigón de relleno, puesto que se ha rechazado el pilote, cuya resistencia característica mínima a compresión, sea de doce megapascuales y medio (12,5MPa) a veintiocho días (28). Su ejecución se hará con los mismos cuidados que si se tratara de un pilote sometido a cargas.

El Contratista hará un parte de trabajo de cada pilote, en el que figurarán:

- Fecha y hora de comienzo y fin de la introducción de la entubación.
- Profundidad total alcanzada por la entubación y el taladro.
- Profundidad hasta la que se ha introducido la armadura, su longitud y constitución de la misma.
- Profundidad del nivel de la superficie del agua en el taladro al comienzo del hormigonado.
- La utilización o no, de trépano, indicando su profundidad, peso y tiempo de empleo.
- Relación volumen de hormigón-altura alcanzada.
- Fecha y hora del comienzo y fin del mismo.

Sobre alguno de los pilotes de prueba, o sobre cualquiera de los de trabajo, se harán las pruebas de carga y los ensayos sónicos, de impedancia mecánica o cualquier otro previsto en el Proyecto u ordenado por el Director de las Obras. Si los resultados de estos ensayos revelasen posibles anomalías, el Director de las Obras, podrá ordenar bien la comprobación del diseño teórico del pilote, o la de la continuidad del pilote mediante sondeos. Si se hacen pruebas de carga, y se produjesen asientos excesivos debidos a defectos del pilote, por causas imputables al Contratista, el Director de las Obras, podrá ordenar la ejecución a cargo del Contratista, de nuevas series de control sobre tres pilotes, por cada uno defectuoso encontrado.

17.7.4.1 Descabezado y terminación de los pilotes:

Antes de poner en servicio los pilotes moldeados "in situ", será necesario sanear la cabeza que haya de empotrarse en el encepado del hormigón de la estructura.

17.7.4.2 Retirada de equipos y limpieza de tajos:

Una vez terminado los trabajos de ejecución, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza en 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.

Los pilotes se construirán con los siguientes rangos de tolerancias:

- La excentricidad del eje del pilote respecto a la posición fijada, será inferior a diez centímetros (10cm) para pilotes de diámetro no superior a un metro (1m) y a la décima parte del diámetro en caso contrario, pero siempre inferior a quince centímetros (15cm).
- Para pilotes verticales o con pendiente superior a quince (15V:1H) el error de inclinación no excederá del dos por ciento (2%) del valor de la pendiente.
- Para pilotes inclinado con pendientes entre quince (15V:1H) y cuatro (4V:1H) el error de inclinación, no excederá del cuatro por ciento (4%) del valor de la pendiente.

17.7.5 Control de calidad:

Tanto los materiales como la ejecución de los trabajos, las unidades de obra y la propia obra terminada, deberán ser de la calidad exigida en el contrato, cumplirán las instrucciones del Director de las Obras y estarán sometidos, en cualquier momento, a los ensayos y pruebas que éste disponga.

Previamente a la firma del Acta de Comprobación del Replanteo, deberá desarrollarse un Programa de Control de Calidad que abarcará: recepción de materiales, control de ejecución, control de calidad de las unidades de obra y recepción de la obra.

17.7.6 Control de producción:

El Contratista estará obligado a efectuar el control de producción según la Pauta de control propuesta por él y aprobado por el Director de las Obras. Esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

Será obligatorio el control de los materiales empleados en la elaboración del hormigón y armaduras de los pilotes, tanto a su llegada a la obra como en el momento anterior a su empleo.

El Contratista estará obligado a efectuar el control de los hormigones de los pilotes, así como su proceso de hormigonado en, al menos, los puntos que se indican a continuación para cada pilote:

17.7.6.1 Pilotes de desplazamiento:

- Altura del hormigón dentro de la entubación durante el hormigonado, controlando que no entre agua del terreno en este hormigón.
- Que no se interrumpa el hormigonado o que esta interrupción, no supere el tiempo de iniciación de fraguado.
- Consumos de hormigón sean los previstos.

17.7.6.2 Pilotes de extracción:

- Altura del hormigón dentro de la entubación, durante el hormigonado, así como la altura del agua dentro de la entubación, en función del nivel freático del terreno.
- Cuando los pilotes se hormigonen bajo agua, no se interrumpirá el hormigonado. Si por causa de fuerza mayor, así fuese, se pondrá este hecho en conocimiento del Director de las Obras.
- Consumos de hormigón sean los previstos.
- Los descensos del nivel de hormigón, dentro de la entubación, corresponden al acomodo de éste al terreno y no al vacío que puedan aparecer al ir retirando la entubación.

17.7.6.3 Pilotes perforados con lodos tixotrópicos y sin entubación:

- Densidad y contenido de arena de los lodos bajo los que se hormigona el pilote.
- La tubería de hormigonar esté siempre sumergida dentro del hormigón la longitud necesaria.
- Las interrupciones del hormigonado no deben superar su tiempo de iniciación de fraguado.

17.7.6.4 Pilotes de barrena continúa:

- El caudal del hormigón, la velocidad de ascensión de la barrena y la presión a que se hormigona, serán en todo momento las previstas o, estarán dentro de las tolerancias adecuadas.
- La profundidad de las armaduras a colocar.

17.7.7 Control de recepción:

La Dirección de las Obras, comprobará el cumplimiento de la Pauta de Control de Producción aprobada por el Director. El PCTP o el Director de las Obras en su caso, establecerá forma y frecuencia de los controles de recepción de los pilotes. El Director, a su vez, podrá obligar al Contratista a repetir por cuenta de éste último, determinados pilotes o grupos de ellos, en los que al realizar el control de recepción, se detectaran errores que pudieran afectar a la calidad del trabajo contratado.

17.7.8 Informes:

El Contratista, estará obligado a redactar informes periódicos, con la frecuencia que indique el Director de las Obras, sobre el desarrollo de los trabajos efectuados.

Los informes incluirán las siguientes materias:

- Recopilación de los datos de los partes de ejecución una vez depurados.
- Análisis de resultados parciales del trabajo realizado, con indicación de datos tales: metro de pilote hormigonado, profundidades alcanzadas, pruebas y ensayos, etc.
- Recomendaciones o sugerencias para la continuación de los trabajos.

Una vez finalizada la ejecución de los pilotes y antes de haber transcurrido un mes de la fecha de terminación, el Contratista entregará al Director de las Obras, un informe final e donde figure un resumen de los datos obtenidos, así como el análisis de resultados y conclusiones.

17.7.9 Normativa:

- UNE 36068:2011: Barras corrugadas de acero soldable para uso estructural en armaduras de hormigón armado.
- UNE-EN 12350-2:2020: Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.
- UNE-EN 1536:2011+A1:2016. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes perforados.
- NTE, CPI: para la clasificación de pilotes
- CTE, DB SE-C: Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural: Cimientos.

17.7.10 Medición y abono:

Este tipo de cimentaciones se abonarán por metro (m) de pilote realmente ejecutado, medidos estos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado.

En caso de que haya causas que lo justifiquen, podrá abonarse el exceso de hormigón consumido sobre el volumen teórico correspondiente al diámetro nominal del pilote, siempre que se haya hecho constar expresamente en el Proyecto.

Las pruebas de carga previstas en el Proyecto se abonarán a los precios unitarios establecidos en el mismo.

No se abonarán:

- Las pruebas de carga de pilotes de trabajo si se realizan por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso, o por causas que sean imputables al Contratista.
- Los ensayos de nuevas series de control ordenados por el Director de las Obras, como consecuencia de haber encontrado pilotes defectuosos.
- El exceso de hormigón en las cabezas de los pilotes hormigonados con agua en el tubo.
- La demolición de la cabeza del pilote, por incluirse dentro del precio del propio pilote.
- Los pilotes rechazados o defectuosos.

18. ESTRUCTURAS

Es el conjunto de elementos, pilares, vigas, placas, etc. que son capaces de resistir las acciones a las que está sometido el edificio, y transmitir las al terreno.

18.1 Estructuras de acero:

Se definen como, los elementos o conjunto de elementos de este material, que forman la parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras correspondientes, consistirán en la ejecución de las estructuras de acero y de las partes de acero de las estructuras mixtas de acero y hormigón. No se puede aplicar esto, a armaduras activas o pasivas de las estructuras de hormigón armado o pretensado, ni a las estructuras o elementos contruidos con perfiles ligeros de chapa plegada o conformada en frío.

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los Planos y demás documentos del Proyecto, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos sin la previa autorización del Director de las Obras.

En caso de que el Contratista solicite aprobación del Director de las Obras para subcontratar parte o la totalidad de las obras que tenga adjudicadas, deberá demostrar a satisfacción del Director, que la empresa propuesta para la subcontratación posee personal técnico y obrero experimentado en ese tipo de obras, así como los medios necesarios para ejecutarlas.

Si el Director de las obras lo exige, tanto durante la fabricación en taller como durante el montaje en obra, deberá estar presente de modo permanente durante la jornada laboral, un técnico responsable con la titulación correspondiente, representante del Contratista. Dentro de la jornada laboral, el Contratista deberá permitir sin limitaciones, al objeto de las inspecciones, la entrada en su taller al Director o a sus representantes, a los que dará toda clase de facilidades para el cumplimiento de dicha misión.

Salvo indicación en contra de los documentos del Contrato, el Contratista está obligado a:

- Realizar los planos de taller y montaje precisos.
- Suministrar los materiales y elementos de unión necesarios para la fabricación de la estructura.
- Su ejecución en taller.
- Pintar o proteger la estructura según se indique en Planos o el Director de las Obras.
- La expedición y transporte de la misma hasta la obra.
- El montaje de la estructura en obra.
- La prestación y erección de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para el montaje como para la realización de la función inspectora.
- La prestación de personal y medios materiales necesarios para la realización de la prueba de carga, si ésta viniera impuesta por el Director.
- Enviar, dentro del plazo previsto, al Contratista de las fábricas y hormigones, caso de ser otro distinto, todos aquellos elementos de la estructura que hayan de quedar anclados o embebidos en la parte no metálica, incluidos los correspondientes espárragos o pernos de anclaje.

Cuando el Contratista que haya de realizar el montaje, no es el que se haya ocupado de la ejecución en taller, éste último vendrá especialmente obligado a:

- Efectuar en su taller los montajes en blanco, totales o parciales, precisos para asegurar que el ensamblaje de las distintas partes de la estructura no presente dificultades anormales en el momento del montaje definitivo, haciéndose responsable de las que puedan surgir.
- Marcar de forma clara e indeleble, todas las partes de la estructura antes de expedirla, registrando estas marcas en los planos de montaje.
- Suministrar y remitir con la estructura, debidamente embalados y clasificados, todos los elementos precisos para realizar las uniones de montaje, con excepción de los electrodos que se requieran para efectuar las posibles soldaduras de obra. En los planos de montaje, indicará la calidad y el tipo de electrodos recomendados, previa aprobación del Director de las Obras.
- Remitir un cinco por ciento (5%) más, del número de tornillos estrictamente necesarios para realizar las uniones de montaje, a fin de prevenir las posibles pérdidas y sustituciones de los dañados durante el montaje.

18.1.1 Materiales:

Todos los materiales cumplirán las especificaciones del DB SE-A.

18.1.1.1 Acero laminado:

Se definen como aceros laminados para estructuras metálicas, los productos de acero laminado en caliente, perfiles y chapas que se utilizan en las estructuras y cuya medida nominal sea superior a tres milímetros (3mm).

- Fabricación del Acero: los aceros receptados en esta obra (como contempla la Norma), se podrán fabricar por cualquiera de los procedimientos usuales, o cualquier otro por el que se obtenga una calidad análoga de acero.
- Características mecánicas del Acero:
 - Limite elástico: carga unitaria referida a la sección inicial de la probeta, que corresponde a la cedencia en el ensayo de tracción, determinada por la detección de la aguja de lectura de la máquina de ensayo. (UNE-EN 10025-2:2020)
 - Resistencia a tracción: carga máxima soportada en el ensayo a tracción
 - Alargamiento de rotura: aumento de la distancia inicial entre puntos.
 - Doblado: índice de ductibilidad del material, definido por ausencia o presencia de fisuras en el ensayo de doblado.
 - Resiliencia: energía absorbida en el ensayo de flexión por choque, con probeta entallada.

Las características más comunes a todos los aceros son:

- | | |
|---|---|
| • Módulo de Elasticidad: E | 210.000N/mm ² |
| • Módulo de Rigidez: G | 81.000N/mm ² |
| • Coeficiente de Poisson: ν | 0,3 |
| • Coeficiente de dilatación térmica: α | 1,2·10 ⁻⁵ (°C) ⁻¹ |
| • Densidad: ρ | 7.850Kg/m ³ |

- Composición química: se definen los límites del contenido de carbono C, fósforo P, y azufre S, para la colada y para los productos como resultado de los análisis efectuados.
- Clases de Acero:

Se definen las clases de acero, por su tipo y grado, que se indican a continuación, incluidos en el DB SE-A del CTE:

CLASE DE ACERO			
Tipo	Grado		
	JR	J0	J2 G3
S-275	S-275 JR	S-275 J0	S-275 J2 G3
S-355	S-355 JR	S-355 J0	S-355 J2 G3

El acero ordinario para perfiles y chapa es el S-275 JR. Los aceros de la clase S-275 J0 y S-275 J2 G3 tienen utilidades específicas en casos de exigencias especiales de alta soldabilidad o insensibilidad a la rotura frágil. Los aceros de la clase S-355 JR tiene su uso en los casos en que se requieran altas resistencias y los de la clase S-355 J0 y S-355 J2 G3 en casos de exigencias especiales de alta soldabilidad o de insensibilidad a la rotura frágil.

- Garantía de las características: el fabricante garantiza las características mecánicas y la composición química de los productos laminados que suministra, es decir, cumple todas las condiciones que para la correspondiente clase de acero se especifican en las Tablas de la Norma. Esta garantía se materializa mediante las marcas que preceptivamente deben de llevar los productos.
- Marca de productos: todo perfil laminado llevará impresas las siglas de fábrica. Los redondos, cuadrados, rectangulares y chapas irán igualmente marcados con las siglas de fábrica mediante el procedimiento elegido por el fabricante. En todos los productos, irá marcado el símbolo de la clase de acero.
- Tolerancias: serán admisibles las tolerancias dimensionales y de peso que se especifican en el DB SE-A del CTE.
- Soldadura:
 - No se permite soldar en la zona en la que el acero haya sufrido, en frío, una deformación longitudinal superior al dos con cinco por ciento (2,5%), a menos que se haya dado tratamiento térmico adecuado.
 - Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la unión, eliminando cascarilla, herrumbre, suciedad, grasa y pintura. Las partes a soldar estarán bien secas.

18.1.1.2 Acero forjado:

Se define como, el acero que ha sufrido una modificación de su forma y de su estructura interna, mediante la acción de un trabajo mecánico de forja, realizado a temperatura superior a la de cristalización.

El acero a emplear en piezas forjadas será suave, definido en la Norma

UNE EN ISO 683-2:2019. Este tipo puede soldarse aplicando los métodos adecuados.

Las características mecánicas, objeto de garantía por parte del fabricante, serán:

- Límite elástico.
- Resistencia a tracción.
- Alargamiento de rotura.
- Resiliencia.
- Dureza Brinell.

Se determinarán de acuerdo a las Normas: UNE-EN ISO 6506-1:2015, UNE-EN ISO 377:2017, UNE-EN ISO 6892-1:2020, UNE-EN ISO 148-1:2017 Y -2/1993.

Todas las piezas de acero forjado que se utilicen en estructuras deberán ser recocidas después de la forja.

18.1.1.3 Acero moldeado:

Se define como acero moldeado, el de cualquier clase que recibe forma, vertiéndolo en un molde adecuado cuando el metal está todavía líquido. Será de constitución uniforme, grano fino y homogéneo, y no presentará grietas ni defecto alguno debido a impurezas. Los contenidos de fósforo y de azufre, no serán superiores al seis por diez mil (0,06%), respectivamente, y la suma de ambos, será como máximo del nueve por diez mil (0,09%), refiriéndose éstos, al análisis de colada. Cuando se utilicen procedimientos de soldeo por resistencia, el contenido de carbono no sobrepasará el veintitrés por diez mil (0,23%). Con contenidos de carbono superiores, deberán tomarse precauciones especiales aprobadas por el Director de las Obras.

Sus características se determinarán según las Normas: UNE EN ISO 683-1:2019, UNE-EN ISO 377:2017, UNE-EN ISO 6892-1:2020, UNE-EN ISO 148-1:2017 y UNE-EN ISO 7438:2021, después de haber sido sometidos a un tratamiento térmico con el fin de eliminar las tensiones internas y mejorar su estructura.

18.1.1.4 Acero inoxidable para apoyos de estructuras:

El acero inoxidable es una aleación de hierro y cromo, con su contenido en cromo, igual o superior al doce por ciento (12%). También pueden estar presentes níquel y otros elementos.

Debe ser del tipo que define la Norma UNE-EN 10213:2009+A1:2016, y sus características mecánicas se determinarán de acuerdo con las Normas UNE-EN ISO 6506-1:2015, UNE-EN ISO 6892-1:2020 y

UNE-EN ISO 148-1:2017, después de haber sido sometidos a un tratamiento de recocido, a temperatura mínima de setecientos cincuenta grados centígrados (750°C), y posteriormente enfriados en horno.

Las piezas de acero inoxidable se marcarán con señas indelebles con el fin de evitar confusiones a la hora de su uso.

18.1.1.5 Electrodos:

Será de aplicación lo dispuesto en las Norma UNE-EN ISO 2560:2010.

Se utilizarán electrodos de calidad estructural apropiada a las condiciones de la unión y del soldeo y de las características mínimas siguientes:

- Características mínimas:
 - Resistencia a la tracción del material depositado
"> 275 N/mm2 para acero S-275."
"> 355 N/mm2 para acero S-355."
 - Alargamiento de rotura: 22 % para aceros de cualquier tipo.
 - Resiliencia: adaptada a la calidad del acero y al tipo de estructura, no inferior en ningún caso a 5 Kg/cm2.

Son admisibles, según los casos y posiciones de soldeo, electrodos de las calidades siguientes:

- Estructural intermedia.
- Estructural ácida.
- Estructural básica.
- Estructural orgánica.
- Estructural rutilo.
- Estructural titanio.

Pueden emplearse electrodos normales o de gran penetración.

En el uso de los electrodos se seguirán las instrucciones indicadas por el suministrador.

Los electrodos de revestimiento hidrófilo, especialmente los básicos, se emplearán perfectamente secos, y así se introducirán y se conservarán hasta el momento de su empleo.

18.1.1.6 Roblones:

Se definen como los remaches cuyas cabezas se forman en caliente.

Pueden ser de tres tipos, según la forma de la cabeza:

- Clase E: cabeza esférica.

- Clase B: cabeza bombeada.
- Clase P: cabeza plana.

Se designarán por la letra que hace referencia a la forma de su cabeza, seguido de los números que indican el diámetro nominal de la misma y su longitud, separados por el signo "X", así como la referencia a la norma.

Los roblones de acero empleados en caliente, en las estructuras de acero laminado, deberán cumplir lo especificado en la DB SE-A del Código Técnico de la Edificación.

El suministro se hará en envases adecuados, y cada uno llevará una etiqueta indicando:

- Marca del fabricante.
- Designación del roblón.
- Clase de acero.
- Número de piezas.

El fabricante garantiza que los roblones que suministra, cumplen las composiciones dimensionales y las características del acero prescritas, y para ofrecer esta garantía, realizarán los ensayos que juzguen precisos y en la forma que crean convenientes.

En la recepción, se comprobará que los roblones tienen las superficies lisas y no presentan fisuras, rebabas u otros defectos que perjudiquen su empleo. La unión de la cabeza a la caña, estará exenta de pliegues, y la superficie de apoyo será normal al eje del roblón.

18.1.1.7 Tornillos ordinarios, calibrados y de alta resistencia:

Son los elementos de unión con fileteado helicoidal, de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión, o para ejercer un esfuerzo a compresión. Para esfuerzos a compresión elevados, se usarán los tornillos de alta resistencia. Los de alta resistencia se designan por las letras TR, los calibrados por TC y los ordinarios por T seguido de las letras, irá el diámetro nominal de la caña y la longitud del vástago, separados por el signo "X" seguirá, el tipo de acero y la referencia a la norma.

Las tuercas se designan por la letra M, para tornillos ordinarios y calibrados, y con MR para las de tornillos de alta resistencia, seguidas del diámetro nominal, el tipo de acero y la referencia a la norma.

Las arandelas se designarán por la letra o letras distintivas, dependiendo también del tipo del tornillo, seguidas del diámetro nominal del tornillo con que se emplean, el tipo de acero y la referencia a la norma.

Los tornillos ordinarios y calibrados deberán cumplir lo especificado en la DB SE-A del Código Técnico de la Edificación.

18.1.2 Ejecución en taller:

18.1.2.1 Planos de taller:

Dentro de los Planos a suministrar por el Contratista, se incluirán los de taller, que basándose en los del Proyecto, ha de realizar obligatoriamente éste. Estos planos definirán completamente todos los elementos de la estructura metálica.

Los planos de taller contendrán de forma completa:

- Dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos y piezas de la estructura.
- Contraflechas de ejecución de vigas y elementos triangulados, cuando estén previstos.
- Disposición y situación de todas las uniones, incluso las provisionales de armado.
- Diámetro y forma de ejecución de los taladros.
- Clases, diámetros y longitudes de los tornillos.
- Esfuerzo de pretensado y forma de conseguirlo para los tornillos que lo requieran.
- Forma y dimensiones de las uniones soldadas, preparaciones de bordes a efectuar, procedimiento, método y posiciones del soldeo, materiales de aportación y el orden de ejecución.
- Indicaciones sobre tratamientos térmicos y mecanizados de los elementos que lo requieren.

Todo plano de taller llevará indicado los perfiles, clases de acero, pesos y marcas de todos los elementos representados en él. Los datos necesarios para la ejecución de los planos de taller, debe obtenerse de los del Proyecto, sin introducir ningún tipo de cambio o modificación que no sea autorizada por escrito por el Director de las Obras. Para aquellos extremos no definidos por completo en los documentos antes citados, se tendrán en cuenta que tanto diámetros, como distancias entre centros de taladros, modo de perforación de agujeros, gargantas de soldaduras, cordones, etc., deberán cumplir con lo establecido en la DB SE-A del Código Técnico de la Edificación. Los planos de taller indicarán la forma de efectuar la toma de raíz en las soldaduras a tope, con penetración completa, el empleo de chapa dorsal, si no fuera posible la toma de raíz, o el procedimiento de garantizar la penetración completa, cuando no sea posible efectuar la toma de raíz ni recomendable el empleo de chapa dorsal, por ejemplo para piezas sometidas a esfuerzos dinámicos. En los planos figurarán todos los empalmes que sean precisos. El Director de las Obras, podrá autorizar, para series importantes de elementos del mismo perfil, el realizar empalmes en piezas de laminación de longitudes inferiores a las habituales, para no producir un despunte excesivo. Deberá figurar en los planos, la zona de la pieza en donde puede efectuarse el empalme y el número máximo de piezas de la serie que pueden ser empalmadas. No se autorizará más de un empalme por pieza, siempre y cuando no sea estrictamente necesario.

El Contratista, antes de comenzar la ejecución en taller, entregará dos copias de los planos de taller al Director, quien los revisará y devolverá una copia autorizada con su firma. Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalle respecto a lo definido en los planos de taller, se harán con la aprobación del Director de las Obras y se reflejarán en los mismos.

18.1.2.2 Preparación de las piezas:

El Contratista procederá a la ejecución en taller de la obra adjudicada de acuerdo con los Planos de Proyecto, los complementarios entregados por la Administración y con los suyos propios de taller, una vez aprobados por el Director.

En todos los perfiles a utilizar se eliminarán las rebabas de laminación, así como las marcas de laminación en relieve en todas aquellas zonas de un perfil que hayan de entrar en contacto con otro, en alguna de las uniones de la estructura. El aplanado y enderezado de las chapas, planos y perfiles, se ejecutará con prensa o con máquina de rodillos, preferiblemente, no permitiéndose el empleo de la maza o del martillo. Cuando, excepcionalmente, en piezas de escasa responsabilidad, el Director autorice su empleo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar su endurecimiento.

Todas las operaciones, tales como, curvado o conformado de chapas o perfiles, se realizarán preferentemente en frío, pero con temperaturas del material, no inferiores a los cero grados centígrados (0°C). Las deformaciones locales permanentes no superarán en ningún punto, el dos coma cinco por ciento (2,5%), a menos que se sometan las piezas que hayan sufrido estas deformaciones en frío, a un recocido de normalización posterior. En las operaciones de curvado y plegado en frío, se evitará la aparición de abolladuras en el alma o en las zonas comprimidas de las piezas que se curvan, así como la de grietas en la superficie de las traccionadas, rechazándose las piezas en las que se hayan visto cualquiera de estos defectos.

La conformación de chapas podrá realizarse en frío cuando el espesor de la chapa no sea mayor que nueve milímetros (9mm) o el radio de curvatura no sea mayor que cincuenta (50) veces el espesor.

Se precisará autorización del Director de las Obras, para realizar en caliente lo citado en párrafos anteriores. Se efectuarán siempre de acuerdo a lo aconsejado por el fabricante y se tomarán todas las precauciones necesarias para no cambiar la estructura del acero ni introducir tensiones.

18.1.2.3 Trazado, corte y taladrado:

Antes de proceder con el trazado, se comprobará que los distintos planos y perfiles presentan la forma deseada, recta o curva, y están exentas de torceduras dentro de las tolerancias admisibles.

El trazado se realizará por personal especializado, respetándose las cotas de los planos de taller y las tolerancias permitidas. Se procurará no dejar huellas de granete que no sean eliminadas por operaciones posteriores, condición obligatoria para piezas sometidas a cargas dinámicas.

El corte puede hacerse con sierra, plasma u oxicorte, debiendo eliminar posteriormente con piedra esmeril, las rebabas, estrías e irregularidades que se hayan producido. Se prohíbe el corte con arco eléctrico. Se permite el corte con cizalla en piezas planas o angulares de espesor no superior a quince milímetros (15mm), a condición de que estén sometidas a cargas, predominantemente, estáticas. Todo borde realizado con cizalla o máquina de oxicorte, en las proximidades de una unión soldada sin fundido durante el soldado, se mecanizará con piedra esmeril o fresa, para eliminar la zona de corte alterada. Esta operación no será necesaria, cuando los bordes cortados hayan de ser fundidos durante el soldeo.

La eliminación de irregularidades de borde será especialmente cuidadosa, en piezas que hayan de estar sometidas a cargas dinámicas. Aunque en los planos, no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no se cortarán nunca las chapas o perfiles de forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Cuando no se puedan eludir, se redondearán siempre en su arista con el mayor radio posible. Se recomienda ejecutar los chaflanes o biseles de preparación de borde para soldadura, mediante oxicorte o máquinas herramientas.

Los agujeros para tornillos se ejecutarán, preferiblemente con taladro, quedando terminantemente prohibida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico. En piezas sometidas a cargas predominantemente estáticas, se permite el punzonado, siempre que el espesor de la pieza no sea superior a quince milímetros (15mm) y el diámetro del agujero no sea inferior al espesor de la pieza. No se permite el punzonado a diámetro definitivo, debiéndose realizar con punzón, de diámetro tres milímetros (3mm) menor que el definitivo. Deberán tomarse las medidas, para garantizar que los agujeros sean cilíndricos, sin grietas ni fisuras, así como la coincidencia de los mismos. Queda prohibido el uso de broca pasante para agrandar o rectificar agujeros. Los agujeros destinados a alojar tornillos calibrados se efectuarán siempre con taladro, cualesquiera que sean sus diámetros y espesor de las piezas a unir. Siempre que sea posible, se taladrarán de una vez los agujeros que atraviesan dos o más piezas, engrapándolas o atornillándolas. Después de taladradas, se separarán las piezas para eliminar rebabas.

18.1.2.4 Uniones atornilladas:

Los tornillos deberán cumplir la DB SE-A, siguiendo esta Norma para las uniones con tornillos. Se colocarán siempre arandelas del tipo correspondiente al tornillo empleado.

Para los tornillos ordinarios y los de alta resistencia, que no trabajen por rozamiento, el diámetro del agujero será superior a un milímetro (1mm) al nominal del tornillo. Para los calibrados, el diámetro del taladro será igual al del tornillo. Para tornillos de alta resistencia que trabajen por rozamiento, el diámetro del agujero podrá ser superior al nominal del tornillo, en hasta dos milímetros (2mm). Los tornillos que

hayan de quedar con su eje en posición vertical o inclinado se colocarán de modo que la tuerca quede más baja que la cabeza.

El Contratista aplicará a las superficies de las piezas a unir mediante tornillos de alta resistencia pretensados, el tratamiento indicado en los Planos. En todo caso, las superficies estarán exentas de grasa y pintura, que se eliminarán con disolventes adecuados y se someterán como mínimo a un cepillado enérgico con cepillo metálico.

Las tuercas se apretarán a fondo, preferiblemente por medios mecánicos. Es recomendable bloquearlas en las estructuras no desmontables, empleando un sistema adecuado: arandelas de seguridad, contratuerca, picado de la rosca o punto de soldadura. No se usará este último, en tornillos de alta resistencia. Es preciso el bloqueo cuando la estructura vaya a estar sometida a cargas dinámicas o vibraciones, y en aquellos tornillos que estarán sometidos a esfuerzos de tracción en dirección de su eje. El Contratista deberá apretar los tornillos de alta resistencia de forma que consiga el esfuerzo de pretensado que se indique en Planos.

Queda terminantemente prohibido rellenar con soldadura los agujeros para tornillos provisionales o ejecutados en posición errónea.

18.1.2.5 Uniones soldadas:

Las soldaduras se definirán en los planos del proyecto y de taller según la notación simbólica que se indica en la Norma UNE-EN ISO 2553:2020 y en DB SE-A.

Las uniones soldadas, podrán ejecutarse por cualquiera de los procedimientos siguientes:

- Soldeo eléctrico manual con electrodo fusible revestido.
- Soldeo eléctrico, semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa, con alambre-electrodo fusible, prohibiéndose la transferencia en cortocircuito.
- Soldeo eléctrico semiautomático o automático por arco con alambre-electrodo tubular.
- Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido, con alambre electrodo fusible.

Para utilizar otros procedimientos será necesaria la aprobación escrita del Director de las Obras, quien no la otorgará sin la ejecución de las pruebas y ensayos que estime necesarios.

Antes de empezar los trabajos de soldadura, el Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras, una Memoria de soldadura, en donde detallará para cada unión o grupo de uniones similares:

- Procedimiento de soldadura.
- Tipo de electrodos.
- Posiciones de soldeo
- Variables: intensidad, voltaje, velocidad.

- Temperaturas de precalentamiento y entre pasadas, si fuese necesario, en función de los espesores de las piezas a unir o de su composición química.
- Secuencia, si fuese necesario, a juicio del Director de las Obras.

Las preparaciones del borde de las soldaduras a tope se harán de acuerdo en lo indicado en la DB SE-A, siempre y cuando no se contradiga con la normativa vigente.

Para unir dos piezas de distinta sección, la de sección se achaflanará en la zona próxima a la unión, con pendiente no superior al veinticinco por ciento (25%), para obtener una transición suave de la sección. No será necesario el achaflanado, cuando la diferencia de espesores no sea superior a tres milímetros (3mm) o al diez por ciento (10%) de espesor de la pieza más delgada.

Las piezas a soldar se presentarán y fijarán en su posición relativa, mediante dispositivos adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el soldeo y el enfriamiento subsiguiente. Entre los medios de fijación provisionales, se autoriza la utilización de puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas a unir, el número e importancia de estos puntos, se limitará al mínimo compatible con la inmovilidad de las piezas. Se permite englobar estos puntos en la soldadura definitiva, siempre que hayan sido efectuados mediante un procedimiento aprobado por el director de las Obras, no presenten fisuras u otros defectos y hayan quedado limpios de escorias.

Se prohíbe la práctica viciosa de fijar las piezas a los gálibos de armado, mediante puntos de soldadura.

Antes de depositar los cordones de soldadura de una unión a tope, el Director de las Obras, dará su conformidad a las preparaciones de bordes efectuadas y a la posición relativa entre las piezas, comprobado que son las adecuadas dentro de las tolerancias establecidas, nunca superiores. También se comprobará la limpieza de dichos bordes, que han de estar exentos de cascarilla, herrumbre o suciedad, y muy especialmente, de grasa y pintura. Cada costura solo podrá hacerse por soldadores cualificados para la posición y procedimiento a emplear. El examen y la cualificación de los soldadores, se efectuará de acuerdo con lo previsto en la Norma UNE-EN ISO 9606-1:2017.

Previamente al comienzo de las operaciones de soldeo, el Contratista entregará al Director, una relación nominal de los soldadores que hayan de intervenir en dichas operaciones, incluyendo los datos de los correspondientes exámenes o cualificaciones.

Los electrodos serán del tipo que diga el Director de las Obras o en la homologación del procedimiento. Pueden emplearse electrodos normales o de gran penetración.

El metal depositado ha de poseer las características mínimas siguientes, determinadas de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 15792-1:2009:

- Resistencia a tracción:

- > 37Kp/mm² para acero del tipo S235JR
 - > 42Kp/mm² para acero del tipo S275JR
 - > 52Kp/mm² para el acero del tipo S450JO
- Alargamiento de rotura:
 - 22% para aceros de cualquier tipo.
- Resiliencia:
 - Adaptada a la calidad del acero y al tipo de estructura, no menor en ningún caso que 5Kp x m/cm² (50Julios)

En el uso de los electrodos, se seguirán las instrucciones suministradas por el fabricante.

En particular, los electrodos básicos, deben ser suministrados en envases herméticamente cerrados. En caso de que algún envase muestre señales de haber sido dañado, o cuando hayan transcurrido más de cuatro horas desde la apertura del envase sin que los electrodos hayan sido consumidos, se desecarán en estufa durante dos horas a temperatura comprendida entre doscientos treinta y doscientos sesenta grados centígrados (230 y 260°C), a no ser que las instrucciones del fabricante indiquen otras temperaturas. Después de sacarlos de los envases herméticos o de la estufa de secado, deben mantenerse hasta su uso en envases calorifugados a temperatura no inferior a ciento veinte grados centígrados (120°C). No se permite desecar más de una vez los electrodos. Los que se hayan humedecido o mojado, no deberán ser utilizados en ningún caso.

El flux usado en el procedimiento de soldeo por arco sumergido estará seco y libre de polvo, óxido u otras impurezas. Se suministrará en envases que permitan un almacenamiento por un tiempo mínimo de seis meses sin perder sus características y propiedades. El flux procedente de envases dañados debe desecharse o desecarse en estufa a doscientos cincuenta grados centígrados (250°C) durante dos horas antes de su uso, en cualquier caso, se respetarán las instrucciones del fabricante. El lugar de almacenamiento del flux en su envase de origen deberá tener una humedad relativa inferior al cincuenta por ciento (50%). El flux se verterá en el depósito de la máquina de soldeo, inmediatamente después de abrir el envase. Si proviniese de un envase abierto, se tratarán en estufa según lo indicado anteriormente.

La máxima intensidad de corriente a emplear para el procedimiento de arco sumergido es de seiscientos amperios (600A), cuando sólo se usa un electrodo. Si se emplea soldadura por arco bajo atmósfera gaseosa, es preciso proteger la zona del viento, mediante los oportunos apantallamientos, de forma que, en ningún caso, la velocidad del viento en la vecindad de la soldadura sea superior a siete kilómetros por hora (7Km/h).

Durante el soldeo, se mantendrán bien secos y alejados del punto de rocío, tanto los bordes de la costura como las piezas a soldar en una zona suficientemente amplia alrededor de la que se esté soldando, aplicando en los casos necesarios calor para tal fin.

Después de ejecutar cada cordón elemental, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambre u otros medios para eliminar todo rastro de escorias. Para facilitar esta operación y el depósito de los cordones posteriores, se procurará que las superficies exteriores de tales cordones, sea lo más regular posible y no formen ángulos diedros demasiado agudos, ni entre sí, ni con los bordes de la pieza.

Se tomarán precauciones para proteger la soldadura contra el frío. Se deberán suspender cuando la temperatura ambiente en las proximidades baje de los cero grados centígrados (0°C), a no ser que haya un procedimiento adecuado aprobado por el Director de las Obras para soldar a temperaturas más bajas.

Debe procurarse que el depósito de los cordones de soldadura se efectúe, siempre que sea posible, en posición horizontal. El contratista habrá de disponer de los dispositivos adecuados para poder orientar las piezas en la posición más conveniente, sin provocar solicitaciones que puedan dañar las pasadas ya depositadas o a las propias piezas.

Se procurará minimizar las tensiones residuales que proceden de las deformaciones coartadas en las soldaduras, teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- El volumen de metal depositado tendrá en todo momento, la máxima simetría posible.
- Las piezas a soldar se dispondrán de forma que puedan seguir los movimientos producidos por el soldeo con la máxima libertad posible.
- Los soldadores tendrán, en todo momento, fácil acceso a la costura a ejecutar y posición óptima de trabajo.
- La disposición de las piezas y el orden de los cordones será tal que se reduzca al mínimo la acumulación de calor en zonas locales.

Se procurará evitar, las deformaciones residuales de soldeo, mediante procedimientos que no aumenten las tensiones residuales, presentando falseadas las piezas a unir o predeformándolas. Aunque si las tensiones fueran superiores a las permitidas por las tolerancias, se corregirán en frío con prensa o máquina de rodillos, inspeccionando después las piezas, para que no hayan aparecido fisuras. Se recomienda esto para piezas de espesor igual o superior a treinta milímetros (30mm).

En la ejecución del tratamiento térmico de eliminación de tensiones residuales, se tendrán en cuenta las prescripciones establecidas por el fabricante del acero suministrado. Los enderezados o mecanizados, que haya de sufrir la pieza, se llevarán a cabo después del tratamiento de eliminación de tensiones residuales.

Los elementos provisionales que, por razones de montaje u otros, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desgazarán posteriormente con soplete y no a golpes, procurando no dañar la estructura. Los restos de los cordones de soldaduras se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

Se prohíbe soldar elementos provisionales a piezas sometidas a cargas dinámicas, si no figuran en los planos de taller aprobados por el Director de las Obras. Su desguace y la eliminación de los restos de cordones, se hará por el procedimiento aprobado por el Director de las Obras, en donde ha de figurar la forma de comprobar la ausencia de grietas o fisuras.

18.1.2.6 Montaje en blanco:

La estructura metálica será provisional y cuidadosamente montada en blanco en el taller para asegurar la perfecta coincidencia de los elementos que han de unirse y de la exacta configuración geométrica de la estructura.

El Director podrá autorizar que no se realice este montaje en blanco, en todo o en parte, cuando ocurra alguna de las siguientes circunstancias:

- La estructura sea de tamaño excepcional, no siendo suficientes los medios habituales de que se dispone en taller o el espacio del mismo para el manejo y colocación de todos los elementos de la misma pudiéndose, en este caso, autorizar el montaje por partes.
- La sencillez de la estructura y disposición de las uniones no sean de temer faltas de coincidencia en el montaje en obra, aunque se extremará el control dimensional.

Antes del envío de las piezas a obra, se procederá a rectificar y corregir las deficiencias observadas en el montaje en blanco.

18.1.3 Montaje en obra:

18.1.3.1 Transporte a obra:

Se procurará reducir al mínimo las uniones a efectuar en obra. A tal fin, el Contratista estudiará la resolución de los problemas de transporte y montaje que dicha reducción pudiera acarrear.

El Contratista deberá obtener de las Autoridades competentes, las autorizaciones que fueran necesarias para transportar hasta la obra las piezas de grandes dimensiones.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga y transporte se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar sollicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y no dañar ni las piezas ni la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiendo si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

18.1.3.2 Montaje:

El Contratista preparará los planos de montaje, donde se indicarán las marcas de los distintos elementos que componen la estructura y todas las indicaciones necesarias para definir completamente las uniones a realizar en obra; estos planos serán sometidos a la aprobación del Director de la misma forma que los planos de taller. El proceso de montaje será el previsto en el Proyecto. El Contratista podrá proponer alternativas al Director, quien las aprobará si a su juicio, no interfiere con el Programa de Trabajos de la obra y ofrecen una seguridad al menos igual a la que ofrece el proceso de montaje indicado en el Proyecto.

El Contratista viene obligado a comprobar en obras las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica antes de comenzar la fabricación en taller de la estructura, debiendo poner en conocimiento del Director las discrepancias observadas.

Antes de comenzar el montaje en obra, se procederá a comprobar la posición de los pernos de anclaje y de los huecos para empotrar elementos metálicos que existan en las fábricas, poniendo también en conocimiento del Director las discrepancias observadas, quien determinará la forma de proceder para corregirlas.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier deformación que se haya producido en las operaciones de transporte; si el defecto no pudiera ser corregido o si se presumiese, a juicio del Director, que después de corregirlo, pudiese afectar a la resistencia, estabilidad o buen aspecto de la estructura, la pieza en cuestión será rechazada, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

La preparación de las uniones que hayan de efectuarse durante el montaje, en particular la preparación de bordes para las soldaduras y la perforación de agujeros para los tornillos se efectuará siempre en taller.

Durante el montaje de la estructura, ésta se asegurará provisionalmente mediante apeos, cables, tornillos y otros medios auxiliares adecuados, de forma, que se garantice su resistencia y estabilidad hasta el momento en que se terminen las uniones definitivas.

Se prestará la debida atención al ensamble de las distintas piezas, con el objeto de que la estructura se adapte a la forma prevista en el Proyecto, debiéndose comprobar, cuantas veces fuese necesario, la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

No se comenzará el atornillado definitivo o la soldadura de las uniones de montaje hasta que se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva

o, si se han previsto elementos de corrección, que su posición relativa es la debida y que la posible separación de su forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Las placas de asiento de los soportes o aparatos de apoyo sobre las fábricas se harán descansar provisionalmente sobre cuñas o tuercas de nivelación y se inmovilizarán una vez conseguidas las alineaciones y aplomos de definitivos. No se procederá a la fijación última de las placas mientras no se encuentren colocados un número de elementos suficientes para garantizar la correcta disposición del conjunto. El lecho de asiento de las placas se efectuará con mortero de cemento. Se adoptarán las precauciones necesarias para que dicho mortero rellene perfectamente todo el espacio comprendido entre la superficie inferior de la placa y la superior del macizo de apoyo. Se mantendrá el apoyo provisional de la estructura hasta que haya alcanzado el suficiente endurecimiento del mortero.

Los aparatos de apoyo móviles o elastoméricos se montarán de forma tal que, con la temperatura ambiente media del lugar y actuando las cargas permanentes, más la mitad de las sobrecargas de explotación, se obtenga su posición centrada. Se deberá comprobar, asimismo, el paralelismo de las placas superior e inferior del aparato.

Se procurará efectuar las uniones de montaje de forma que todos sus elementos sean accesibles a una inspección posterior. Cuando sea forzoso que queden algunos ocultos, no se procederá a colocar los elementos que los cubren hasta que no se hayan inspeccionado los primeros.

18.1.4 Recepción de materiales:

Los ensayos de control podrán ser sustituidos, en todo o en parte, por un certificado del suministrador del material, que garantice las características físicas, químicas y funcionales que deba poseer. El Director podrá exigir ensayos de recepción en materiales provistos de certificado del suministrador.

El Director comprobará, por sí o por medio de sus representantes, que los materiales cumplen cuanto se acaba de indicar. Los que no cumplan o los que arrojen resultados inadecuados en los ensayos de recepción serán rechazados, marcados de forma indeleble y apartados de la zona de fabricación.

18.1.5 Control de la ejecución en taller:

El Director procederá, por sí o por medio de sus representantes, a inspeccionar la ejecución en taller de la estructura. El Contratista facilitará la ayuda necesaria para la realización de esta labor, procurando a su vez el director de las Obras, interferir lo menos posible en el proceso de fabricación.

18.1.5.1 Verificación de uniones soldadas:

El Director comprobará, por sí o por medio de sus representantes que:

- Todas las costuras soldadas han sido realizadas de acuerdo con lo dispuesto en Proyecto y Memoria de soldadura aprobada, y por operarios soldadores. Las realizadas por procedimientos no incluidos en alguno de los documentos citados con parámetros incorrectos, con preparación de borde no inspeccionada y aprobada previamente o realizada por un soldador no incluido en la relación citada, será rechazada. El Director de las Obras podrá aceptarla, si tras una inspección completa de la misma, por los métodos no destructivos que estime convenientes, resulta aceptable.
- Todas las costuras realizadas, serán inspeccionadas visualmente.
- Un diez por ciento (10%) de todos los cordones en ángulos y al menos dos tramos de ciento cincuenta milímetros (150mm) para cada soldador se inspeccionarán mediante líquidos penetrantes o partículas magnéticas, de acuerdo, respectivamente, con lo dispuestos en las normas UNE-EN ISO 3452-1:2013 y UNE-EN ISO 17638:2017.
- Un diez por ciento (10%) del total de las uniones a tope con penetración completa, y el veinte por ciento (20%) de las uniones a tope con penetración completa, sometidas fundamentalmente a esfuerzos de tracción y al menos dos tramos de ciento cincuenta milímetros (150mm) por cada soldador, serán inspeccionados radiográfica o ultrasónicamente, siempre que sea posible, en función de la posición de la costura o del espesor de la pieza según lo dispuesto en la Norma UNE EN 1330-3/1997, UNE-EN ISO 17636-1:2013, UNE-EN ISO 17640:2019, UNE-EN 61386-24:2011.

Como resultado de la inspección realizada y de acuerdo con los criterios que se indicaron, una soldadura podrá ser calificada como correcta, aceptable e inaceptable.

Si una soldadura es calificada como inaceptable, deberá ser reparada de acuerdo con un procedimiento aprobado por el Director de las Obras y vuelta a inspeccionar por métodos no destructivos. Además, al menos la mitad de la longitud de soldadura realizada por el mismo soldador será inspeccionada por métodos no destructivos. Si en esta nueva inspección se encuentra alguna soldadura inaceptable, se inspeccionará la totalidad de las soldaduras realizadas por dicho soldador, que será retirado de la lista nominal de soldadores autorizados para la obra.

Si una soldadura es calificada como aceptable, no será preciso repararla, pero se inspeccionarán dos nuevos tramos de la misma longitud que el anterior realizados por el mismo soldador. Si ambos son calificados como correctos, se aceptarán las soldaduras, pero en adelante se inspeccionarán al menos el diez por ciento (10%) de las soldaduras que realice. Si alguno es calificado como aceptable, se inspeccionarán todas las soldaduras realizadas hasta el momento por ese soldador, y si algún tramo se califica como inaceptable, se hará lo dispuesto en el párrafo anterior.

Cuando el número de soldaduras a las que haya sido preciso realizar inspecciones suplementarias, supere la tercera parte del total incluido en la lista nominal de soldadores autorizados, el Director de las Obras, deberá aumentar la intensidad de la inspección y tomar las demás medidas que estime oportunas para poder garantizar la calidad de la obra.

Una soldadura será inaceptable cuando presente alguno de los siguientes defectos:

- Grietas, de cualquier longitud o en cualquier dirección.
- Falta de fusión.
- Desbordamiento.

También se calificará así, cuando un tramo de ciento cincuenta milímetros (150mm) se presente alguno de los siguientes defectos:

- Poros, cuando su área proyectada supere el cuatro por ciento (4%) del área proyectada de la soldadura o cuando algún poro sea de diámetro superior a la cuarta parte del espesor de las piezas a unir o de la garganta, en una soldadura en ángulo, o a tres milímetros (3mm).
- Inclusiones de escoria, si la suma de sus longitudes supera los ciento cincuenta milímetros (150mm).
- Mordeduras o faltas de sección, cuando su profundidad supere la décima parte del espesor de la pieza, si éste es inferior a diez milímetros (10mm), o a un milímetro (1mm), si el espesor de la pieza es igual o superior a diez milímetros. En una zona localizada de longitud no superior a quince milímetros (15mm) en cada tramo de ciento cincuenta milímetros (150mm), pueden admitirse profundidades dobles a las dadas.
- Mordeduras o falta de sección, examinadas a ambos lados de la unión, producen una disminución en el área disponible superior al diez por ciento (10%) de la misma.

Una soldadura tope con penetración completa, será calificada como inaceptable, cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150mm) de longitud, presente alguno de estos defectos:

- Falta de penetración de cuarenta milímetros (40mm) o más, de longitud.
- Falta de penetración, a la vez que inclusiones de escoria, tales que la suma de las longitudes de ambos supere los cien milímetros (100mm)

Una soldadura tope con penetración parcial será calificada como inaceptable, cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150mm) de longitud, presente alguno de estos defectos:

- Faltas de penetración superiores a lo indicado en Proyecto, en tres milímetros (3mm) o más, en una longitud superior a los cien milímetros.
- Faltas de penetración superiores a lo indicado en Proyecto en tres milímetros (3mm) o más, juntamente con inclusiones de escoria, con suma de longitudes superior a cien milímetros (100mm).

Una soldadura en ángulo será calificada como inaceptable, cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150mm) de longitud, presente faltas de penetración en la raíz, medidas sobre un lado, mayores de medio milímetro (0,5mm) en una longitud superior a cien milímetros (100mm).

Una soldadura será calificada como aceptable, cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150mm), presente alguno de los siguientes defectos:

- Poros, cuando su área proyectada, esté comprendida entre el dos y el cuatro por ciento (2% y 4%) del área proyectada de la soldadura.

- Inclusiones de escoria no alineadas, con una longitud total comprendida entre cien y ciento cincuenta milímetros (100mm y 150mm).
- Mordeduras o faltas de sección, cuando su profundidad esté comprendida entre el cinco y el diez por ciento (5% y 10%) del espesor de la pieza, si éste es inferior a diez milímetros (10mm), o están comprendidas entre medio y un milímetro (0,5mm y 1mm), si el espesor de la pieza es superior a diez milímetros (10mm). En una zona localizada de longitud no superior a quince milímetros (15mm) en cada tramo de ciento cincuenta (150mm), pueden admitirse profundidades dobles a las indicadas.
- Mordeduras o faltas de sección si, examinadas a ambos lados de la unión, producen una disminución en el área disponible comprendida entre el cinco y el diez por ciento de la misma (5% y 10%).
- Una soldadura a tope con penetración completa será calificada como aceptable, cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150mm) de longitud, presente alguno de los siguientes defectos:
 - Faltas de penetración de longitud total, comprendida entre veinte y cuarenta milímetros (20mm y 40mm).
 - Faltas de penetración, conjuntamente con inclusiones de escoria, tales que la suma de sus longitudes no supere los cien milímetros (100mm).

Una soldadura a tope con penetración parcial será calificada como aceptable, cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150mm) de longitud, presenta alguno de los siguientes defectos:

- Faltas de penetración superiores a lo indicado en Proyecto, en valores comprendidos entre dos y tres milímetros (2mm y 3mm) en una longitud superior a los cien milímetros (100mm).
- Faltas de penetración superiores a lo indicado en proyecto, en valores comprendidos entre dos y tres milímetros (2mm y 3mm) conjuntamente con inclusiones de escoria, con suma de longitudes superior a cien milímetros (100mm).

Una soldadura será calificada como correcta, cuando sus imperfecciones sean inferiores a las necesarias, para que la soldadura sea calificada como aceptable.

18.1.5.2 Verificación de uniones atornilladas:

El Director de las Obras, comprobará por sí o por medio de sus representantes, que todos los tornillos colocados en taller, son del diámetro y de la calidad indicados en Proyecto, que disponen de arandelas precisas y que la rosca asoma por lo menos en un filete, por fuera de la tuerca. También comprobará que la superficie de todas las uniones a efectuar, mediante tornillos de alta resistencia, trabajando a rozamiento, han recibido el tratamiento indicado en los Planos, rechazándose todos aquellos en los que no se haya efectuado dicho tratamiento o en los que se observe la presencia de óxido, grasas, aceites, pinturas u otros contaminantes. El contratista estará obligado a tratar de nuevo las superficies de las piezas rechazadas por este motivo.

Se comprobará en un cinco por ciento (5%) de todos los tornillos de alta resistencia colocados en taller y al menos en uno de cada unión o nudo en el que exista más de cinco tornillos, que el esfuerzo de pretensado es el indicado en Proyecto. Para ello, se utilizará una llave dinamométrica tarada al par de apriete especificado sobre la tuerca del tornillo, si los tornillos se encuentran en estado normal de

suministro, esto es, ligeramente engrasados. Para tornillos galvanizados o engrasados especialmente, será preciso determinar experimentalmente, de acuerdo con un procedimiento aprobado por el Director de las Obras, el par de apriete necesario. Los tornillos se considerarán correctamente apretados, cuando después de la aplicación del par de apriete, no se ha producido giro alguno en la tuerca.

En uniones de especial responsabilidad, el Director de las Obras, podrá indicar como procedimiento alternativo más preciso, el que se indica a continuación:

- Se medirá con un instrumento que permita apreciar, al menos, centésimas de milímetro (10^{-5} m), la longitud total del tornillo apretado. A continuación, se aflojará por completo la tuerca, midiéndose de nuevo la longitud total. El tornillo se considerará que estaba correctamente apretado, cuando el aumento de longitud al aflojar el tornillo, expresado en centésimas de milímetro, es al menos igual a $3L+3$, donde L = suma de espesores a unir incluidas arandelas, expresada en centímetros.

Cuando de estas pruebas se deduzca, que un tornillo está suficientemente apretado, se comprobarán otros dos de la misma unión. Si ambos resultan estar correctamente apretados, se aceptará la unión, en caso contrario, se comprobarán todos y cada uno de los tornillos de la misma.

18.1.5.3 Control dimensional:

Antes de autorizar el envío de una pieza a obra, el Director de las Obras, comprobará, por sí o por sus representantes, que al menos las siguientes dimensiones se encuentran dentro de las tolerancias que se indican, refiriéndonos a:

- Longitud total.
- Longitud entre apoyos.
- Canto.
- Diagonales principales.
- Rectitud.
- Distancia entre grupos de taladros.
- Perpendicularidad a placas de base y a placas frontales, si existen.
- Posición de casquillo de apoyos y cartelas, si existen.

Aquellas piezas en la que alguna dimensión, esté fuera de su correspondiente tolerancia, será reparada a sus expensas por el Contratista, previa aprobación del Director de las Obras del método de reparación propuesto. Si a juicio de éste, la reparación propuesta no ofreciese las garantías suficientes, la pieza será rechazada, marcada de forma indeleble y apartada de la zona de fabricación. El Director comprobará, además, que cada pieza ha sido fabricada con los perfiles y chapas indicados en Proyecto.

Si se observase que una pieza ha sido fabricada con algún perfil o chapa, distinto al indicado en Proyecto, será rechazada, marcada de forma indeleble y apartada de la zona de fabricación. Si los perfiles

empleados fuesen de resistencia igual o superior a los indicados en Proyecto, el Director, podrá autorizar el envío a obra de la pieza en cuestión, pero el Contratista no podrá reclamar ningún aumento de precio.

El Director de las Obras, comprobará que las piezas llevan las marcas de montaje de acuerdo con lo indicado en los Planos de taller y de montaje, no autorizando el envío a obra hasta que dichas marcas hayan sido correctamente ejecutadas.

18.1.6 Control de montaje:

El Director de las Obras procederá, por sí o por sus representantes, a inspeccionar el montaje de la estructura. El Contratista estará obligado a facilitar la ayuda necesaria para la realización de esta labor, incluso andamios, escaleras u otros medios de acceso a los puntos a inspeccionar.

18.1.6.1 Verificación de uniones soldadas:

Se estará a lo dispuesto dicho anteriormente, con las siguientes excepciones:

Un veinte por ciento (20%) de todos los cordones en ángulo y al menos dos tramos de ciento cincuenta milímetros (150mm) para cada soldador se inspeccionarán mediante líquidos penetrantes o partículas magnéticas, de acuerdo, respectivamente con lo dispuesto en las Normas UNE-EN ISO 3452-1:2013 y UNE-EN ISO 17638:2017

- Un veinte por ciento (20%) del total de las uniones a tope con penetración completa, y el cincuenta por ciento (50%) de las sometidas fundamentalmente a esfuerzos de tracción y, al menos, dos tramos de ciento cincuenta milímetros (150mm) por cada soldador, serán inspeccionados radiográfica o ultrasónicamente, siempre que sea posible, en función de la posición de las costuras o del espesor de la pieza.

18.1.6.2 Control dimensional:

El Director de las Obras, por sí o por sus representantes, comprobará que en cada fase de montaje, las disposiciones, cotas y distancias de la obra se ajustan a lo indicado en Proyecto dentro de las tolerancias admitidas. Esta comprobación deberá efectuarse según progresa el montaje de una parte de la estructura hasta haber inspeccionado y corregido los posibles errores de las previamente montadas a las que la nueva parte inmovilice o impida su inspección o corrección.

Las disposiciones, cotas y distancias a comprobar, serán como mínimo:

- Emplazamiento y orientación de cada pieza, identificada por sus marcas de montaje.
- Distancias entre ejes de soportes.
- Paralelismo y perpendicularidad entre alineaciones de soportes.
- Aplomado de soportes.

- Cota superior y nivelación de vigas y jácenas.
- Nivel inferior del tirante de cerchas.

En Contratista no procederá a efectuar las soldaduras de montaje o el apretado definitivo de los tornillos de una pieza o grupo de piezas, hasta que esta inspección haya sido efectuada y corregido los posibles defectos encontrados.

18.1.7 Tolerancias:

Las tolerancias admitidas, respecto a las cotas indicadas en los planos, de las piezas de fábrica en taller, serán:

- En paso, gramiles y alineaciones de los agujeros para tornillos, la décima parte (1/10) del diámetro de éstos.
- En la posición de cualquier parte unida a una viga o soporte, cinco milímetros (5mm), en cualquier dirección.
- En el nivel de casquillos o ménsulas de apoyo, más cero y menos diez milímetros (+ 0mm, - 10mm).
- En la longitud de piezas que no hayan de encajar entre otros componentes, diez milímetros en más o en menos (± 10 mm).
- En la longitud de piezas que hayan de encajar entre otros componentes, más cero y menos cinco milímetros (+ 0mm, - 5mm).
- En la rectitud de una viga o de un soporte, el milquinientosavo (1/1.500) de la luz o de la distancia entre piso respectivamente, sin exceder, en ningún caso, de diez milímetros (10mm.). Esta limitación es válida también para los cordones de las cerchas y jácenas triangulares.
- En el abombamiento de paneles de chapas, el quinientosavo (1/500) de la dimensión mayor, sin exceder el valor de cinco milímetros (5mm.).
- En el canto de vigas armadas, menos cero y más tres milímetros (- 0mm, + 3mm)
- En el desplome de vigas armadas, el doscientos cincuentavo (1/250) del canto del alma, sin exceder de cinco milímetros (5mm).
- En la excentricidad del alma respecto al centro de cada ala, el cuarentavo del ancho de ala (1/40), sin exceder de cinco milímetros (5mm.).
- En la sección transversal de chapas, menos el tres y más el diez por ciento (- 3%, + 10%) del valor teórico.
- En la contraflecha de ejecución de vigas y jácenas trianguladas, el quince por ciento (15%) de la indicada en los planos de taller es más o menos ($\pm 15\%$) o un milímetro (± 1 mm) si este valor es mayor.

Las tolerancias admitidas, respecto a las cotas indicadas en los Planos, de la estructura montada pero sin cargar, serán las siguientes:

- En las dimensiones totales de la estructura, entre juntas de dilatación, veinte milímetros en más o en menos (± 20 mm).
- En la distancia entre soportes o vigas contiguas, cinco milímetros en más o en menos (± 5 mm), si la distancia no es superior a cinco metros (5m), y diez milímetros en más o en menos (± 10 mm), en caso contrario.
- En el nivel de pisos, cinco milímetros en más o en menos (± 5 mm).
- En el desplome de soportes, entre pisos consecutivos, en estructuras no arriostradas mediante muros de fábricas o celosías verticales, la milésima parte (1/1000) de la altura entre pisos.

- En la desviación respecto a la vertical que pasa por el centro de la base de un soporte, la altura total dividida por cien por el número de plantas más dos ($H / [100(n + 2)]$), en el caso de estructuras arriostradas, y la altura total dividida por trescientos y por el número de plantas más dos ($H / [300(n + 2)]$), en las estructuras no arriostradas.
- En la desviación entre ejes de tramos consecutivos de un soporte, tres milímetros (3mm) en cualquier dirección.

Todas las mediciones anteriores se efectuarán con cinta o regla metálica o con aparatos de igual o superior precisión, recomendándose el uso del taquímetro en donde sea de aplicación. En la medición de flechas se materializará la cuerda mediante alambre tensado.

18.1.8 Pruebas de carga:

Cuando el Director de las Obras lo exija, se efectuarán pruebas de carga de la estructura terminada o de alguna de sus partes. El programa y la ejecución de estas pruebas deben ser recogidas en la Memoria, observándose en su ejecución las siguientes prescripciones:

- Las cargas utilizadas para las pruebas no podrán ser, en ningún caso, superiores a las cargas características consideradas en el cálculo y dimensionamiento de la estructura o del elemento ensayado, debiendo venir inequívocamente fijadas en el programa de pruebas.
- Las cargas se aplicarán por fracciones no superiores a la cuarta (1/4) parte de su valor total, no continuándose la aplicación de los sucesivos incrementos hasta que los aparatos de medida no hayan acusado la clasificación de las deformaciones ocasionadas por la fracción de carga anterior. En todo caso, se dejarán transcurrir al menos quince minutos entre aplicaciones de fracciones sucesivas de la carga.
- La carga total, se mantendrá hasta la estabilización de las deformaciones, recomendándose un período de actuación de veinticuatro horas.
- En la descarga, se procederá de forma análoga, registrando las lecturas después de retirar cada fracción de carga y esperando hasta que se haya completado la estabilización para proceder al levantamiento de la fracción siguiente. No se retirarán los aparatos de medida hasta que acusen la estabilización de la estructura descargada.
- Los aparatos de medida, cuando no tengan que ser aplicados directamente sobre al mismo elemento que se comprueba, se establecerán sobre bases o plataformas rígidas, no sometidas a deformaciones ni vibraciones durante el proceso de carga y descarga de la estructura.
- Se tendrán en cuenta los efectos de la variación de la temperatura y del soleamiento en las deformaciones de los elementos ensayados.

Se considerará que la prueba de carga es satisfactoria, cuando se cumplan:

- No aparecer, durante la prueba, defectos de los materiales ni vicios de ejecución que puedan afectar a la seguridad de la estructura.
- Los alargamientos y flechas medidas bajo carga, no deben superar los previstos en el cálculo.
- Las flechas residuales, después de la prueba, deben ser inferiores al veinte por ciento (20%) de las medidas bajo carga total, cuando se trata de la primera carga de la estructura, o al doce por ciento (12%), cuando se trata de una carga no noval.

Realizadas las pruebas, se levantará acta de las mismas en la que se harán constar detalladamente, los resultados obtenidos. Esta acta será firmada por el Director de las Obras y el Contratista.

18.1.9 Normativa:

- DB SE-A (Acero) del Código Técnico de la Edificación.
- Código Estructural
- DB SI (Seguridad en caso de Incendio)
- Normas UNE 10025-1/2006 - Productos laminados en caliente de acero no aleado para estructuras.
- UNE 36524/2018, UNE 36526/2018, UNE EN 10025-1/2006, UNE-EN ISO 544:2018, UNE-EN ISO 19011:2018, UNE-EN 60974-1:2013, UNE EN 2401/1919.

18.1.10 Medición y abono:

Las estructuras de acero estructural se medirán y abonarán por su peso teórico, deducido a partir de un peso específico del acero de 7850 gramos fuerza por decímetro cúbico (7,85Kp/dm³). 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 punta 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 dada en las Normas DB SE-A.

En caso de que el perfil utilizado no figurase en las citadas Normas, se utilizará el peso dado en los catálogos o prontuarios del fabricante del mismo o al deducido de la sección teórica del perfil.

Las piezas de chapa se medirán 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 plenos 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 obra, 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.

18.2 Estructuras de hormigón:

Sistema estructural diseñado con elementos de hormigón armado de directriz recta y sección constante o variable, que debidamente calculados y unidos entre sí, formarán un entramado resistente a las solicitaciones que puedan incidir sobre la edificación.

18.2.1 Ejecución:

En la ejecución se tendrá en cuenta:

- La colocación y hormigonado de los anclajes de arranque, a los que se atarán las armaduras de los soportes.
- Colocación y aplomado de la armadura del soporte, en caso de reducir su sección se grifará la parte correspondiente a la espera de la armadura, solapándose a la siguiente y atándose ambas.
- Encofrado, aplomado y apuntalado del mismo, hormigonándose a continuación el soporte.
- Terminado el hormigonado del soporte, se comprobará nuevamente su aplomado.

Los encofrados pueden ser de madera o metálicos. Se colocarán dando la forma requerida al soporte y cuidando la estanquidad de las juntas. Los de madera se humedecerán ligeramente, para no deformarlos, antes de verter el hormigón. En la colocación de las placas metálicas de encofrado y posterior vertido de hormigón, se evitará la disgregación del mismo picándose o vibrándose sobre las paredes del encofrado. Tendrán fácil desencofrado, no utilizándose gasoil, grasas o similares.

Las armaduras estarán limpias utilizándose separadores, siendo las longitudinales de diámetro mínimo doce milímetros (12mm), y las transversales con una separación entre sí determinada por el cálculo.

La organización de los trabajos necesarios para la ejecución de las vigas, son idénticos para vigas planas y de canto: encofrado de la viga, armado y posterior hormigonado.

Tras el encofrado de la viga, se colocarán las armaduras longitudinales principales de tracción y compresión y las transversales o cercos según la separación entre si obtenida. Se utilizarán calzos separadores y elementos de suspensión de las armaduras, para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta de negativos en vigas. Luego se hormigonará. En el curado, se mantendrá la humedad superficial de los elementos hasta que el hormigón alcance el setenta por ciento (70%) de la resistencia del Proyecto según ensayos previos.

Habrà que tener especial cuidado con las condiciones climatológicas, actuándose según estas de la forma siguiente:

- En tiempo frío: suspender el hormigonado siempre que la temperatura sea de cero grados centígrados (0º) o menor.
- En tiempo caluroso: prevenir la fisuración de la superficie del hormigón. Se suspenderà el hormigonado siempre que la temperatura sea de cuarenta grados centígrados (40ºC) o superior.
- En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón.
- En tiempo ventoso: prevenir la evaporación rápida del agua.

Se desencofrarán, previa orden, teniendo en cuenta los tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado. Se evitarà la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

18.2.2 Control de calidad:

Los ensayos de control serán preceptivos en todos los casos y se comprobarà a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la del Proyecto. Los controles serán los específicos del hormigón armado y las características en función de la unidad a realizar.

Unidad de inspección:

- Pilares, muros portantes, pilotes, etc.
 - Volumen de hormigón 100m³
 - Número de amasada 50
 - Tiempo de hormigonado 2 semanas
 - Superficie construida 500 m²
 - Número de plantas 2
- Estructuras con elementos sometidos a flexión: forjados de hormigón, tableros, muros de contención, etc.
 - Volumen de hormigón 100 m³
 - Número de amasada 50
 - Tiempo de hormigonado 2 semanas
 - Superficie construida 500 m²
 - Número de plantas 2

18.2.3 Forjados unidireccionales:

18.2.3.1 Materiales:

- Viguetas prefabricadas de hormigón u hormigón y cerámica armada, pretensadas o varios de hormigón "in situ" armados.

- Piezas de entrevigado en función del aligeramiento y, en ciertos casos, además con función resistente.
- Armadura colocada en obra, longitudinal, transversal y de reparto.
- Hormigón "in situ".

Se incluyen todos los elementos necesarios: hormigón, armaduras, encofrados, bloques o moldes, semiviguetas, zuncho perimetral de arriostramiento, cadenas de apoyo, embrochadas, etc.

En caso de que existan elementos resistentes prefabricados, llevarán marcado en sitio visible el nombre del sistema, designación de tipo y condiciones especiales si lo requiere.

18.2.3.2 Ejecución:

Se cumplirá con lo especificado en el Código Estructural vigente en cuanto a hormigones y armaduras. El espesor de la capa de compresión de los forjados de semiviguetas o nervados cumplirá en todo punto lo especificado en el Código Estructural.

En piezas cerámicas para formación de semiviguetas, los tabiques tendrán un espesor no inferior a siete milímetros (7mm). En muros, se dispondrán cadenas de apoyo con un ancho mínimo de catorce centímetros (14cm), armadura longitudinal formada por 4 D=8 con estribos de D=6 cada cuarenta centímetros (40cm). En estas cadenas penetrarán las armaduras superiores e inferiores del forjado y las de reparto.

Cuando las vigas metálicas se embeban en el forjado, la capa mínima de hormigón por encima del ala superior será de entre tres y cuatro centímetros (3cm y 4cm), por donde pasarán las armaduras de apoyo, de anclaje y de reparto, así como 2 D=8 de conexión por nervio en forma de V o de Z en extremos. Si los forjados apoyan en el ala superior de las vigas metálicas se soldará a la misma una armadura de conexión ondulada formada por 1 D=8.

En todos los casos anteriores se macizará con hormigón una anchura igual al canto del forjado a cada lado del apoyo.

En los bordes de los voladizos la armadura longitudinal será 4 D=8 con estribos de D=6.

En cuanto a las condiciones de ejecución del hormigón y armaduras, se tendrá en cuenta lo establecido en el Código Estructural.

En las viguetas y semiviguetas, se regulará su separación colocando en sus extremos bloques de entrevigado. Los bloques se dispondrán a tope y se regarán antes del hormigonado. El hormigonado se hará en el sentido de los nervios y las juntas de obra se dejarán en el primer cuarto de luz del tramo. En

la reanudación del hormigonado se regará la junta. Cuando la temperatura baje de dos grados centígrados (2°C) se suspenderá el hormigonado.

El curado se realizará mediante riego que no produzca deslavado.

En la formación de semiviguetas con piezas cerámicas se dispondrán sobre una cama de arena con la contraflecha precisa, se humedecerán las piezas, se verterá el hormigón y se picará con barra, dejando rugosa la superficie que haya de ir en contacto con el hormigón restante del forjado.

Los apeos no deberán aflojarse antes de transcurridos siete días desde el hormigonado, ni suprimirse antes del veintiuno.

Se colocarán barandillas de noventa centímetros (90cm) de altura en todos los bordes del forjado y huecos del mismo.

El izado de viguetas o elementos equivalentes se hará con dos puntos de sustentación, manteniendo dichos elementos en equilibrio estable.

Diariamente se revisará el estado aparente de todos los aparatos de elevación y cada tres meses se realizará una revisión total del mismo.

No se andará sobre el forjado hasta pasadas veinticuatro horas desde el hormigonado.

18.2.3.3 Control de calidad:

Las bovedillas cerámicas a emplear en forjados deberán cumplir las condiciones del Código Estructural y las siguientes:

- Ser homogéneas, uniformes de textura compacta, carecer de grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración o ataquen al hierro, mortero u hormigón.
- Ser inalterables al agua.

Se controlará que las viguetas lleven indeleblemente marcado y en sitio visible, un símbolo que permita identificar:

- Fabricante.
- Fecha de fabricación.
- Modelo y tipo que corresponde a las características mecánicas garantizadas.
- Número de identificación que permite conocer los controles a que fue sometido el lote a que pertenece la vigueta o semivigueta.

Se controlará que los distintos elementos que intervienen en los forjados de hormigón pretensado cumplan:

- Vigüeta pretensada:
 - La cuantía geométrica de la armadura no será inferior al uno y medio por mil (1,5/1000) respecto al área de la sección total de la vigüeta, ni al cinco por mil (5/1000) del área cobaricéntrica con la armadura situada en la zona inferior de la vigüeta.
 - No tendrá alabeos, ni fisuraciones superiores a cero con un milímetro (0,1mm) y sin contraflecha superior al cero con dos por ciento (0,2%) de la luz.
 - El coeficiente de seguridad a rotura no será inferior de dos (2).
- Piezas de entrevigado:
 - Con función de aligeramiento y en ciertos casos, además, con función resistente. Pueden ser de cerámica, mortero de cemento u otro material suficientemente rígido que no produzca daños al hormigón ni a las armaduras.
 - Toda pieza de entrevigado, tanto aligerante como resistente, será capaz de soportar una carga característica en vano, de al menos un kilonewton (1kN), determinada según se detalla en el Código Estructural.
 - Toda pieza que vaya a colaborar en la resistencia de la sección deberá poseer resistencia característica a compresión no inferior a la del hormigón "in situ".
- Semivigüeta pretensada:
- Sin alabeos, ni fisuraciones superiores a cero con un milímetro (0,1mm) y sin contraflecha superior al cero con dos por ciento (0,2%) de la luz.
- Para su empleo en forjados de semivigüetas cumplirán las características señaladas en la Ficha de Características Técnicas aprobada por el Ministerio de Fomento.

La compactación del hormigón se hará con el vibrador, controlando la duración, distancia, profundidad y forma del vibrado.

En los forjados de vigas planas, las vigüetas descansarán sobre el encofrado de las vigas sin invadirlas, armándose éstas y colocándose después los refuerzos del forjado, antes de hormigonar las vigas, forjados y zunchos.

Se comprobará que las bovedillas no invadan la zona de macizado, cuerpos de vigas o cabezas de soportes, así como, se deberá verificar la adecuada colocación de cada tipo de bovedilla o pieza aligerada.

Se verificará la adecuada colocación de cada tipo de vigüeta, según la luz del forjado, así como su separación. Se controlará el empotramiento de las vigüetas en las vigas antes de hormigonar.

Se realizarán las pruebas de carga previstas por el Código Estructural.

Las condiciones de recepción vienen definidas por:

- El tamaño máximo del árido vendrá determinado según el artículo 28 del Código Estructural.

- La capa de compresión no tendrá variaciones superiores a un centímetro (1cm) por exceso y a medio centímetro (0,5cm) por defecto.
- Se rechazarán todas las viguetas que hayan sufrido deterioros durante el transporte, carga, descarga y almacenado.
- No se aceptarán viguetas que presenten fisuras de más de una décima de milímetro (0,10mm) de ancho, o de dos centímetros (2cm) de longitud en fisuras de retracción.

Los controles a realizar deben centrarse en:

- Espesor de la capa de compresión.
- Tipo de acero, diámetro, longitud, colocación y recubrimiento de las armaduras.
- Dimensiones.
- Entregas de elementos resistentes.
- Empotramiento del ala metálica superior de la viga.
- Distancia entre el ala metálica superior de la viga y superficie de forjado.

El número de controles que se realizarán será:

- Uno de cada cien metros cuadrados (100m²) de forjado.
- Uno de cada diez (10) nervios y uno cada cinco metros (5m) de apoyo.
- Uno en cada extremo del macizado.
- Uno cada veinte metros (20m) de viga.

Las condiciones de no aceptación:

- Variación superior a - 0,5 cm + 1 cm.
- Cuando no corresponda a lo especificado en la Documentación Técnica.
- Variaciones superiores al 10%.
- Variaciones superiores a +/- 2 cm.
- Empotramiento superior a 3 cm e inferior a 2 cm.
- Inferior a 4cm.

18.2.3.4 Normativa:

Código Estructural.

18.2.3.5 Medición y abono:

Se medirá por metro cuadrado (m²) de forjado, medido de borde a borde. Incluyendo todos los elementos singulares tales como zunchos, vigas embebidas, etc. No se deducirán los huecos de superficie menor a medio metro (0,5m).

En vigas, la parte que descuelga del forjado se medirá en unidad independiente.

18.2.4 Forjados autorresistentes:

18.2.4.1 Materiales:

Viguetas de hormigón pretensado para forjados, son productos comerciales, que se utilizan fundamentalmente como elementos resistentes para forjados de edificios, aunque admitan otras utilizaciones como dinteles, correas de cubiertas y postes. Pueden ser viguetas o semiviguetas según se especifica en el Código Estructural.

- Componentes del hormigón:

Los áridos, cemento, aditivos y agua para la fabricación del hormigón, cumplirán las condiciones exigidas en la vigente "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado", además de las que se fijan en este Pliego.

Todos los componentes del hormigón que se utilicen serán seleccionados por el fabricante de manera que el producto terminado cumpla las condiciones exigidas.

- Hormigón:

Las características del hormigón que se utilice en la fabricación de viguetas prefabricadas serán definidas por el fabricante para que el producto acabado cumpla las condiciones de calidad y características declaradas por aquel. La resistencia de proyecto a compresión del hormigón a la edad de veintiocho (28) días no será inferior a trescientos cincuenta kilopondios por centímetro cuadrado (350Kp/cm²), y a la edad del destesado de las armaduras no será inferior a doscientos cincuenta kilopondios por centímetro cuadrado (250 Kp/cm²). Se recomienda que la resistencia de proyecto a tracción del hormigón, a la edad de veintiocho (28) días, medida en ensayo brasileño, no sea inferior a treinta kilopondios por centímetro cuadrado (30 Kp/cm²).

- Armaduras:

Las armaduras cumplirán las condiciones exigidas en el Código Estructural. La longitud de anclaje de alambres o torzales a que se hace referencia en el Código Estructural vendrá indicada por el fabricante y determinada mediante ensayos realizados con el método indicado en el Anejo correspondiente de dicha Instrucción, utilizando hormigón de resistencia de proyecto de veinticinco Newton por milímetros cuadrados (25N/mm²) a la edad del destesado.

18.2.4.2 Características geométricas:

La forma y dimensiones de las viguetas de hormigón pretensado serán las definidas en el Proyecto, o en los catálogos del fabricante.

Las tolerancias de dimensiones transversales de las viguetas serán de cinco milímetros (5mm) en más y dos milímetros (2mm) en menos. La tolerancia en la longitud de las viguetas será de dos centímetros en más o en menos ($\pm 2\text{cm}$). El alabeo, medido en forma de flecha horizontal, será siempre inferior al quinientosavo (1/500) de la longitud de la viga.

Las viguetas no presentarán, en sus condiciones normales de apoyo, una contraflecha superior al quinientosavo (1/500) de su longitud.

18.2.4.3 Características mecánicas:

El Proyecto fijará las características mecánicas que serán objeto de garantía.

Bajo las solicitaciones previstas, la flecha de la viga aislada no será superior al trescientosavo (1/300) de la luz.

Las bovedillas se clasifican en resistentes y aligerantes, según sus características y en función de los resultados de los ensayos a flexotracción prescritos en la Norma UNE-EN 15037-3:2010. La designación se compondrá de las letras:

- BCI cuando se trate de bovedillas de ala de apoyo inclinada, para la construcción de forjados con viguetas o semiviguetas prefabricadas.
- BCR para la misma aplicación, pero con el plano inferior del ala de apoyo paralelo al plano del forjado.
- BCM cuando estén especialmente indicadas para la construcción de forjados con viguetas metálicas.

A continuación, y separada por un guión de la letra R, en el caso de piezas resistentes, o A en el de piezas aligerantes. Estas letras irán seguidas de unos números separados por comas que expresarán en centímetros y por este orden: anchura entre ejes, canto, altura a que se encuentra situada el ala de apoyo, longitud y el área de la sección hueca. Por último, la referencia a la Norma:

BCI-R 60, 15, 3, 25 800 UNE-EN 15037-3:2010

BCR-A 60, 15, 3, 33 760 UNE-EN 15037-3:2010

Las viguetas se izarán desde el lugar de almacenamiento hasta su lugar de ubicación, cogidas de dos puntos, evitando que ascienda en posición vertical o inclinada.

Se colocarán en obra, paralelas, desde la planta inferior, utilizándose bovedillas ciegas en los extremos de los entrevigados, normales en el resto, solapándose y apeándose según lo dispuesto en el apartado de cálculo.

En los forjados planos, descansarán sobre el encofrado de las vigas, sin invadirlas, armándose estas y colocándose después los refuerzos del forjado, antes de hormigonar las vigas, forjados y zunchos.

Las viguetas de voladizo llevarán zuncho de atado y parapastas.

Colocadas las armaduras con separadores en vigas, zunchos y refuerzos, se regarán tras limpiar el encofrado, vertiéndose y vibrándose el hormigón.

- Fases de ejecución en los forjados de viguetas y semiviguetas:
 - Colocación de la vigueta o semivigueta sobre un tabloncillo, para que quede elevada sobre el nivel inferior de la cadena de atado, un mínimo de cinco centímetros (5cm) en el caso de apoyo sobre muro. En el caso de viga, se dispondrá apoyada la vigueta sobre el tablero de fondo de encofrado de ella (viga plana), o sobre un tabloncillo sujeto en el costero en el caso de viga de cuelgue.
 - Colocación de sopandas: en piezas armadas, las sopandas se nivelarán al mismo nivel que el tablero de apoyo de vigas. Para piezas pretensadas, las sopandas se colocarán claramente por debajo de los apoyos, una vez colocada la pieza y tomada por ella su flecha instantánea de peso propio, se subirán las sopandas hasta entrar en contacto con la pieza. En el caso de viguetas de celosía, las sopandas se podrán elevar para obtener una contraflecha de un quinientosavo de la luz ($L/500$).
 - Los puntales se apoyarán sobre durmientes y se distanciarán cada dos metros (2m) en viguetas semirresistentes pretensadas; entre un metro y un metro y medio (1m y 1,5m) en viguetas semirresistentes armadas, en casos extremos e intermedios respectivamente. En viguetas autorresistentes pretensadas se dispondrá en piezas mayores de cuatro metros (4m).
 - Las piezas de entrevigado se colocarán sin fisuras y según lo dispuesto en el Código Estructural.
 - Las armaduras de momento negativo se sujetarán a la armadura de reparto de la capa de compresión, apoyándose ésta, a través de separadores, sobre las piezas de entrevigado.
 - El hormigonado del forjado se realizará al mismo tiempo que las vigas. Las juntas de hormigonado y retracción pueden hacerse coincidir, situándose con la caída natural del hormigón en puntos de momento casi nulo, aproximadamente a un cuarto de la luz ($L/4$).
 - El curado debe de iniciarse tan pronto como sea posible, manteniendo siempre la superficie húmeda hasta que alcance el hormigón la resistencia de proyecto a los veintiocho (28) días.

18.2.4.4 Control de calidad:

- Bovedillas cerámicas:
 - Ensayos previos y toma de muestras: con objeto de determinar si el producto es en principio aceptable o no, se verificará (en fábrica o a su llegada a obra) el material que vaya a ser suministrado, a partir de una muestra extraída del mismo. Sobre dicha muestra se determinarán, con carácter preceptivo, las características técnicas que a continuación se indican, de acuerdo con lo establecido en la Norma UNE-EN 15037-3:2010+A1:2011: defectos y geometría, dilatación potencial, resistencia a la

flexotracción y resistencia a la flexión de pieza en vano. Si del resultado de estos ensayos se desprende que el producto no cumple con alguna de las características exigidas se rechazará el suministro. En caso contrario, se aceptará el mismo con carácter provisional, quedando condicionada la aceptación de cada uno de los lotes que a continuación se vayan recibiendo en obra al resultado de los ensayos de control.

- Ensayos de control: en cada remesa de bovedillas que lleguen a obra se verificará que las características reseñadas en el albarán de la remesa corresponden a las especificadas en el Proyecto. Para el control de aprovisionamiento de la obra de bovedillas cerámicas, se dividirá la previsión total en lotes correspondientes con quinientos metros cuadrados (500m²) de forjado. El plan de control se establecerá considerando tantas tomas de muestra como número de lotes se hayan obtenido. La extracción de cada muestra se realizará al azar sobre los suministros del material a obra, considerándose homogéneo el contenido de un camión o el material suministrado en un mismo día, en diferentes entregas, pero procedentes del mismo fabricante. Para cada muestra se determinarán las características técnicas que se establecen en la Norma UNE-EN 15037-3:2010+A1:2011, con los métodos de ensayo fijados por dicha Norma. Si los resultados obtenidos, cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote. De no ser así, la Dirección de las Obras, decidirá su rechazo a la vista de los ensayos realizados.
- Viguetas de hormigón pretensado:
 - Hormigonado: la fabricación, transporte y colocación del hormigón, cumplirán lo establecido en la vigente "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado". Se cuidará especialmente el hormigonado en tiempo frío o caluroso.
 - Curado: la manipulación y acopio de las viguetas se realizará de forma que las tensiones a las que son sometidas se encuentren dentro de límites aceptables. Las piezas se almacenarán debidamente humedecidas y protegidas del sol y, especialmente del viento.
 - Pretensado: el sistema de pretensado será de armaduras pretesas y cumplirá con las condiciones exigidas en la vigente "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado".
 - Transporte y almacenamiento: todas las viguetas que hayan sufrido deterioros durante el transporte, carga, descarga y almacenamiento serán rechazadas. 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 las pueda manchar o deteriorar.
 - Recepción: 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.
 - Las vigas no presentarán rebabas que sean indicio de pérdidas graves de lechada, ni más de tres coqueras en una zona de diez centímetros cuadrados (0,1m²) 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. Salvo autorización del Director de las Obras, no se aceptarán vigas con fisuras de más de una décima de milímetro (0,1mm) de ancho, o con fisuras de retracción de más de dos centímetros (2cm) de longitud. Queda, en todo caso a criterio del Director, la clasificación del material en lotes de control y la decisión sobre los ensayos de recepción a realizar. Se controlará que las viguetas lleven indeleblemente marcado y en sitio visible, un símbolo que permita identificar: fabricante, fecha de

fabricación, modelo y tipo que corresponde a las características mecánicas garantizadas y número de identificación que permita conocer los controles a que fue sometido el lote a que pertenece la vigueta o semivigueta.

- Condiciones de recepción: se rechazarán todas las viguetas que hayan sufrido deterioros durante el transporte, carga, descarga y almacenamiento. No se aceptarán viguetas que presenten fisuras de más de una décima de milímetro (0,10mm) de ancho, o más de dos centímetros (2cm) de longitud en fisuras de retracción.
- Control de calidad de los materiales: se exigirá a los fabricantes el envío de los certificados de control de calidad de las materias primas y del producto terminado. El Director de las Obras, siempre que lo considere oportuno, podrá ordenar la toma de muestras o materiales para su ensayo, así como la inspección de los procesos de fabricación. Las viguetas llevarán indeleblemente marcado en sitio visible un símbolo que permita identificar los datos siguientes: fabricante, modelo y tipo correspondientes a las características mecánicas garantizadas, fecha de fabricación, número de identificación que permita conocer los controles a que se ha sometido el lote al que pertenece la vigueta o semivigueta. Se verificará la adecuada colocación de cada tipo de vigueta, según la luz del forjado, así como su separación. Controlar el empotramiento de las viguetas en las vigas antes de hormigonar.

18.2.4.5 NORMATIVA

- Código Estructural.
- Normas UNE para Bovedillas cerámicas: UNE-EN 15037-3:2010+A1:2011 y UNE 67037/1999.

19. CALZADAS

19.1 Explanación:

Para proceder a la explanación, se deberá hacer, primero una demolición de obras de fábrica existentes, y de no haber éstas se procederá con el despeje y desbroce.

19.1.1 Demoliciones. Obras de fábrica:

Demolición de los bordillos, las rigolas y los pavimentos que forman parte de los elementos de vialidad, con medios mecánicos, martillo picador o rompedor, montado sobre retroexcavadora. Los elementos a demoler pueden estar formados por piezas de piedra natural, de hormigón, de loseta de hormigón, de adoquines o de mezcla bituminosa. Pueden estar colocados sobre tierra o sobre hormigón. El pavimento estará exento de conductos de instalación en servicio en la parte a arrancar, se desmontarán aparatos de instalación y de mobiliario, existentes, así como de cualquier elemento que pueda entorpecer los trabajos de retirada y carga de escombros. Los materiales quedarán suficientemente troceados y

apilados para facilitar la carga, en función de los medios de que se dispongan y de las condiciones de transporte. Una vez acabados los trabajos, la base quedará limpia de restos de material.

19.1.2 Despeje y desbroce:

El despeje y desbroce del terreno se realizará según lo dicho en el capítulo correspondiente.

19.1.3 Escarificación y compactación:

19.1.3.1 Escarificación y compactación del terreno:

Consiste, en la completa disgregación de la superficie del terreno efectuada por medios mecánicos, y su posterior compactación.

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se diga en Proyecto, hasta un límite máximo de veinticinco centímetros (25cm).

La compactación se hará de acuerdo a lo dicho en el capítulo de terraplenes, ya que la densidad a obtener deberá ser igual que la de éstos.

19.1.3.2 Escarificación y compactación del firme existente:

Consiste, en la completa disgregación del firme existente, efectuada por medios mecánicos, eventual retirada o adición de material y posterior compactación de la capa así obtenida.

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se estipule en Proyecto, o en su defecto señale, el Director de las Obras. Los productos removidos no aprovechables, se transportarán a vertedero.

19.1.3.3 Medición y abono:

La escarificación y compactación, se abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados.

19.1.4 Excavación:

19.1.4.1 Excavación en zanja:

La excavación en zanja se procederá de igual manera que lo dicho en el apartado "Excavación en zanja y pozo" de este Pliego.

19.1.4.2 Excavación en explanación:

La excavación de la explanada es el conjunto de operaciones necesarias para excavar y nivelar las zonas donde se ha de asentar el firme. Se procederá como en el apartado "Excavación en explanación" de este Pliego.

Cuando la explanada sobre la que se vaya a asentar el firme o la acera sea directamente el fondo de la excavación o desmonte, se escarificará y compactará hasta que tenga la densidad de la coronación de terraplenes. El relleno, sobre los fondos de desmontes, tendrá también la consistencia de la coronación del terraplén.

19.1.5 Terraplenes y rellenos:

Para los terraplenes, se procederá como en el apartado "Terraplenes". Para los rellenos, como en el de "Rellenos localizados".

19.1.6 Terminación y refino:

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

19.1.6.1 Ejecución:

Las obras se ejecutarán con posterioridad a la explanación, construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino, se hará inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme.

Cuando haya que hacer un recrecido de espesor, inferior a la mitad de la tongada compactada, se procederá previamente a un escarificado de todo el espesor de la misma, con el objeto de asegurar la trabazón entre el recrecido y su asiento.

No se extenderá ninguna capa del firme sobre la explanada sin que se comprueben sus condiciones de calidad y sus características geométricas.

Una vez terminada la explanada, deberá conservarse con sus características y condiciones hasta la colocación de la primera capa de firme o hasta la recepción de la obra cuando no se dispongan otras capas sobre ella. Las cunetas deberán estar en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento.

19.1.6.2 Tolerancias de acabado:

En la explanada se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y a ambos bordes de la misma, con una equidistancia entre perfiles transversales no superior a veinte metros (20m), debiéndose estaquillar en estos perfiles, los puntos de nivelación necesarios, para que no haya una distancia mayor a cuatro metros (4m) entre estacas, y niveladas hasta milímetros con arreglo a los Planos. En los recuadros entre estacas, la superficie no rebasará la teórica definida por ellas, ni bajará de ella, más de tres centímetros (3cm) en ningún punto. La superficie acabada no deberá variar en más de quince milímetros (15mm), cuando se comprueba con una regla de 3 metros, aplicada paralela como normalmente al eje de la obra. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua.

Las irregularidades que excedan las tolerancias se corregirán por el Contratista.

19.1.6.3 Control y criterios de aceptación y rechazo:

Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, con miras cada veinte metros (20m), colocando estacas niveladas hasta centímetros (cm). En esos mismos puntos, se comprobará la anchura y pendientes transversales, colocando estacas en los bordes del perfil transversal de la base del firme. Se tendrá cuidado en detectar las posibles irregularidades localizadas de la base del firme, hoyos y lomos, mediante examen visual.

Se aceptarán las secciones que cumplan las condiciones geométricas reflejadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias antes definidas, o las condiciones ordenadas por el Director de las Obras.

19.1.6.4 Medición y abono:

La terminación y refino de la explanada, se abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre planos de perfiles transversales. Si no se hace referencia alguna a esta unidad en los documentos del Proyecto, se considerará incluida dentro de las unidades de excavación o terraplén, según sea el caso.

19.2 Capas granulares:

19.2.1 Subbases de arena de miga:

Se definen como la capa de arena de miga situada entre la base del firme y la explanada.

19.2.1.1 Materiales:

Serán arenas arcillosas o limosas localizables en el área y cumplirán:

- Materia orgánica: MO<0,2%, según UNE 103204/2019.
- Sales solubles, incluido el yeso: SS<0,2%
- Tamaño máximo: D_{máx}<100mm.
- Cernido por tamiz 0,40 UNE: #0,40≤15%.
- Índice CBR>10.

19.2.1.2 Ejecución:

No se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con sus correspondientes tolerancias.

Comprobada la superficie de asiento de la tongada, se procederá a su extensión. Los materiales serán extendidos, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación y contaminación, con espesor lo suficientemente reducido, para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido. Después se podrá proceder a su humectación, si es necesario, de manera uniforme.

Luego se procederá a la compactación de la tongada, hasta alcanzar una densidad no inferior a la máxima obtenida en el ensayo de Próctor Normal. Las zonas de reducida extensión o de difícil acceso, que no permitan el empleo del equipo que se está usando en la obra, se compactarán con los medios adecuados, para que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las del resto de la subbase. La compactación será longitudinal, empezando por los bordes exteriores, hacia el centro y solapándose en cada recorrido, un ancho no inferior a un tercio (1/3) del elemento compactador.

Se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y a ambos bordes de la misma, con una equidistancia entre perfiles transversales no superior a veinte metros (20m), debiéndose estaquillar en estos perfiles, los puntos de nivelación necesarios, para que no haya una distancia mayor a cuatro metros (4m) entre estacas. Se comprobará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas, no debiendo rebasar la primera a la teórica en más de un quinto (1/5) del espesor previsto, no deberá variar en más de diez milímetros (10mm) cuando se compruebe con regla de 3 metros.

Se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2°C), de lo contrario se suspenderán. Sobre las capas en ejecución, se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, hasta que no se haya completado su compactación. El Contratista será el responsable de los daños originados por esta causa.

19.2.1.3 Control y criterios de aceptación y rechazo:

- Materiales: se comprobará que la arena de miga cumple los requisitos pertinentes en el lugar de origen y en el lugar de empleo. Se tomarán muestras por cada setecientos cincuenta metros cúbicos (750m³) o fracción y se harán los siguientes ensayos: granulométrico, límites de Atterberg, Próctor normal, CBR y contenido en materia orgánica.
- Comprobación de superficie de asiento: comprobar que la superficie de asiento de la subbase tiene la densidad y rasante debidas. No se considerará control suficiente el efectuado durante la ejecución si luego han circulado vehículos pesados, por lo que se hará: inspección visual, observación del efecto del paso de un camión cargado sobre la superficie, repetición de ensayos de densidad, comprobación de geometría superficial y eliminación de depósitos de arrastres.
- Control de ejecución: se comprueba que la extensión y compactación de las tongadas cumple lo establecido. Se controlará el espesor, anchura y pendiente transversal de las tongadas, que no se produzca segregación o contaminación del material durante la ejecución. Para el control de compactación, se formarán lotes de dos mil quinientos metros cuadrados (2500m²) de tongada o fracción, haciendo en cada uno cinco ensayos de densidad por el método de la arena y cinco de humedad. Si durante la compactación aparecen blandones localizados, se corregirán antes de la toma de densidades. La humedad óptima del ensayo de Próctor normal, se tomará como orientativa.

19.2.1.4 Medición y abono:

Se medirán y abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos sobre los perfiles.

19.2.2 Bases y subbases de zahorra natural:

Se define como zahorra natural, el material formado por áridos no triturados, suelos granulares o una mezcla de ambos, cuya granulometría es de tipo continuo.

19.2.2.1 Materiales:

Serán áridos no triturados de graveras o depósitos naturales, o bien suelos granulares, o mezcla de ambos. Podrán usarse productos inertes de desecho industrial, siempre que sus características se fijen en el proyecto, o en su defecto, lo indique el Director de las Obras. El cernido por el tamiz 0,080 UNE será menor que los dos tercios del cernido del tamiz 0,40 UNE. El coeficiente de desgaste de Los Ángeles (CLA<40) será menor de cuarenta. Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. El equivalente de arena será mayor de treinta (30). Tendrá un

CBR ≥ 20 para la humedad máxima y la densidad mínima de puesta en obra. Cuando la zahorra natural se use bajo calzada con tráfico pesado, el material será no plástico, con límite líquido menor de veinticinco (LL<25) y el índice plástico inferior a seis (IP<6).

19.2.2.2 Ejecución:

La zahorra natural no se extenderá hasta que se hayan comprobado las condiciones de calidad de la superficie sobre la que se va a asentar. Si hubiese defectos o irregularidades, se corregirán antes del inicio de la extensión de la zahorra. La preparación del material, deberá garantizar el cumplimiento de las condiciones granulométricas y de calidad exigidas.

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 y 30cm). Antes de extender la tongada, se podrá proceder a su homogeneización y humectación, si fuese necesario. La humedad óptima de compactación, deducida del ensayo de Próctor normal, podrá ser ajustada a la composición y forma de actuar del equipo de compactación. Las operaciones de aportación de agua tendrán lugar, antes de la compactación, procurando que no haya agua en exceso que lave al material. Conseguida la humedad conveniente, se procederá a compactar la tongada, hasta alcanzar la densidad adecuada. Las zonas de reducida extensión o de difícil acceso, que no permitan el empleo del equipo que se está usando en la obra, se compactarán con los medios adecuados, para que las densidades que se alcancen, no sean inferiores a las del resto de la subbase.

Se puede realizar un tramo de prueba, para fijar la composición y forma de actuación del equipo compactador y para determinar la humedad de compactación adecuada.

Las zahorras naturales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas, no hayan producido alteraciones en la humedad del material, tales que se supere en más de dos puntos porcentuales la humedad óptima. Sobre las capas recién ejecutadas, se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, mientras no se construya la siguiente capa. Si no fuera posible, el tráfico se distribuirá para que no se concentren rodadas en una sola zona. El Constructor será responsable de los daños originados, debiendo repararlos según se lo indique el director de las Obras.

19.2.2.3 Tolerancias:

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm), en el eje, quiebros de peralte y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre perfiles del Proyecto, estaquillándose en los perfiles los puntos de nivelación necesarios para que no haya una distancia superior a cuatro metros (4m) entre estacas, se comprobará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas. La superficie, no deberá diferir de la teórica, más de veinte milímetros (20mm) bajo calzadas con tráfico pesado, ni de treinta (30mm) en los demás casos.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas serán corregidas por el Constructor. Para ello, se escarificará como mínimo quince centímetros (15cm), se añadirá o retirará el material necesario y de las mismas características, y se volverá a refinar y compactar.

19.2.2.4 Control y criterios de aceptación y rechazo:

- Control de materiales:
 - Por cada mil metros cúbicos (1000m³) de material producido o cada día: Próctor modificado, equivalente de arena y granulometría por tamizado.
 - Por cada cinco mil metros cúbicos (5000m³) de material producido o una vez a la semana: CBR, límite líquido e índice de plasticidad y coeficiente de limpieza.
 - Por cada veinte mil metros cúbicos (20.000m³) o una vez al mes: desgaste de Los Ángeles.
- Control de ejecución:
 - Compactación: sobre muestra de efectivo de cinco unidades, se harán ensayos de humedad natural y densidad "in situ".
 - Carga con placa: sobre una muestra de efectivo de una unidad, se hará un ensayo de carga con placa.
 - Materiales: sobre cada uno de los individuos de la muestra tomada para el control de compactación, se hará ensayo de granulometría y Próctor modificado.

19.2.2.5 Medición y abono:

Se abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones tipo señaladas en los planos. No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

19.2.3 Bases y subbases de zahorra artificial:

Se define como zahorra artificial, el material granular formado por áridos machacados, total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo.

19.2.3.1 Materiales:

Procederán de la trituración de piedra de cantera o grava natural. El rechazo por el tamiz 5 UNE, deberá contener un mínimo del setenta y cinco por ciento (75%), para tráfico pesado o del cincuenta (50%) para los demás casos, de elementos triturados que presenten no menos de dos caras de fractura. El cernido por el tamiz 0,080 UNE será menor de los dos tercios del cernido por el tamiz 0,40 UNE. El índice de lajas será inferior a treinta y cinco (<35). El coeficiente de desgaste de Los Ángeles será menor de treinta (CLA<30) para tráfico pesado y treinta y cinco (CLA<35) en los demás casos. Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. El equivalente de arena

será mayor de treinta y cinco (>35) para tráfico pesado y de treinta (>30) para los demás casos. El material no será plástico.

19.2.3.2 Ejecución:

La zahorra artificial no se extenderá hasta que se hayan comprobado las condiciones de calidad de la superficie sobre la que se va a asentar. Si hubiese defectos o irregularidades, se corregirán antes del inicio de la extensión de la zahorra. La preparación del material se hará en central y no "in situ", así como la adición de agua. La humedad óptima de compactación, deducida del ensayo de Próctor normal, podrá ser ajustada a la composición y forma de actuar del equipo de compactación.

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 y 30cm).

Conseguida la humedad conveniente, se procederá a compactar la tongada hasta alcanzar la densidad adecuada. Las zonas de reducida extensión o de difícil acceso, que no permitan el empleo del equipo que se está usando en la obra, se compactarán con los medios adecuados, para que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las del resto de la subbase.

Se puede realizar un tramo de prueba, para fijar la composición y forma de actuación del equipo compactador y para determinar la humedad de compactación adecuada.

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al cien por cien (100%) de la máxima obtenida en el Próctor modificado. Cuando se use en calzadas para tráfico ligero o peatonal, se admitirá una densidad del noventa y siete por ciento (97%) de la máxima obtenida en el Próctor modificado.

Las zahorras artificiales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas, no hayan producido alteraciones en la humedad del material, tales que se supere en más de dos puntos porcentuales la humedad óptima. Sobre las capas recién ejecutadas, se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, mientras no se construya la siguiente capa. Si no fuera posible, el tráfico se distribuirá para que no se concentren rodadas en una sola zona. El Constructor será responsable de los daños originados, debiendo repararlos según se lo indique el director de las Obras.

19.2.3.3 Tolerancias:

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm), en el eje, quiebrros de peralte y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia ente perfiles del Proyecto,

estaquillándose en los perfiles los puntos de nivelación necesarios para que no haya una distancia superior a cuatro metros (4m) entre estacas, se comprobará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas. La superficie, no deberá diferir de la teórica, más de quince milímetros (15mm) bajo calzadas con tráfico pesado, ni de veinte (20mm) en los demás casos.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas serán corregidas por el Constructor. Para ello, se escarificará como mínimo quince centímetros (15cm), se añadirá o retirará el material necesario y de las mismas características, y se volverá a refinar y compactar.

19.2.3.4 Control y criterios de aceptación y rechazo:

- Control de materiales:
 - Por cada mil metros cúbicos (1000m³) de material producido o cada día: Proctor modificado, equivalente de arena y granulometría por tamizado.
 - Por cada cinco mil metros cúbicos (5000m³) de material producido o una vez a la semana: CBR, límite líquido e índice de plasticidad y coeficiente de limpieza.
 - Por cada veinte mil metros cúbicos (20.000m³) o una vez al mes: desgaste de Los Ángeles.
- Control de ejecución:
 - Compactación: sobre muestra de efectivo de cinco unidades, se harán ensayos de humedad natural y densidad "in situ".
 - Carga con placa: sobre una muestra de efectivo de una unidad, se hará un ensayo de carga con placa.
 - Materiales: sobre cada uno de los individuos de la muestra tomada para el control de compactación, se hará ensayo de granulometría y Proctor modificado.

19.2.3.5 Medición y abono:

Se abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos. No serán de abono, las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

19.3 Riegos y tratamientos superficiales:

19.3.1 Riegos de imprimación:

Es la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previamente a la extensión sobre ésta, de una capa o tratamiento bituminoso. Su ejecución incluye: preparación de la superficie existente, aplicación de ligante bituminoso y eventual extensión de un árido de cobertura.

19.3.1.1 Materiales:

- Ligante hidrocarbonado: será un betún fluidificado tipo FM100 o una emulsión bituminosa de los tipos EAL1, ECL 1, EAI y ECI.
- Árido: el árido en los riegos de imprimación, será arena natural, arena procedente de machaqueo o mezcla de ambas. No deberá llevar terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un cuatro por ciento (4%) de agua libre. La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 5 UNE. El equivalente de arena deberá ser superior a cuarenta ($EA > 40$).

19.3.1.2 Ejecución:

El empleo del árido queda condicionado por la necesidad de que pase el tráfico por la capa recién tratada. La dosificación será la mínima compatible con la total absorción del exceso de ligante o la permanencia bajo la acción del tráfico. La dotación del ligante quedará definida por la cantidad que la capa que se imprima sea capaz de absorber en un periodo de veinticuatro horas (24h).

El equipo para aplicar el ligante, irá montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante. Para puntos inaccesibles para este equipo, se usará una caldera regadora provista de lanza de mano. Si hubiera que calentar el ligante, el equipo deberá llevar un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna.

Para extender el árido, se usará extendedoras mecánicas incorporadas a un camión o autopropulsadas. Si hay que cubrir zonas aisladas con exceso de ligante, se podrá extender el árido de forma manual. De todas formas, el equipo deberá dar una homogénea repartición del árido.

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra, y no está reblandecida por un exceso de humedad. Cuando se considera apta, inmediatamente antes de proceder a la extensión del ligante elegido, se limpiará la superficie que haya de recibirlo, de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, usando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras. En los lugares inaccesibles para los equipos, se usarán escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes exteriores que deberán ser retirados, antes del barrido.

Antes de la extensión de ligante bituminoso, la superficie de la capa a tratar deberá regarse ligeramente con agua, empleando la dotación que humedezca la superficie sin saturarla, para facilitar la posterior penetración del ligante. La aplicación del ligante se hará cuando aún haya algo de humedad en la superficie y a la temperatura que indique el Director de las Obras. La aplicación será uniforme, evitando duplicar la dotación en las juntas de trabajo transversales, por lo que se colocarán tiras de papel, bajo

los difusores donde empiece o termine el trabajo. La temperatura de aplicación será tal que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20-100 sSF). Cuando haya que efectuar el riego de imprimación por franjas, se procurará que la extensión del ligante se superponga en la unión de las distintas bandas.

La extensión del árido de cobertura se hará por orden del Director de las Obras, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre la imprimación o cuando se aprecie que haya quedado parte sin absorber. Se realizará por medios mecánicos y de manera uniforme. El árido no deberá contener más de un dos por ciento (2%) de agua libre, pudiendo llegar a un cuatro (4%) para emulsión bituminosa. Se evitará el contacto de las ruedas de la extendedora con el ligante sin cubrir. Si se extiende el árido sobre una franja imprimada sin que lo haya sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquella de unos veinte centímetros (20cm) de anchura.

El riego se aplicará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a diez grados centígrados (10°C) y no exista temor de precipitaciones. Dentro del programa de trabajos se coordinará la aplicación del riego con la extensión de las capas bituminosas. Desde el final de la extensión del árido se deberá dejar un tiempo de cuatro horas (4h) hasta que pueda pasar vehículos sobre la capa.

19.3.1.3 Control y criterios de aceptación y rechazo:

- Materiales: cuando el Director lo crea necesario podrá hacer los ensayos pertinentes.
- Superficie a imprimir: se comprueba que la superficie a regar tiene la densidad debida y las rasantes establecidas en los Planos con las tolerancias admitidas. No se considera control suficiente el efectuado durante la ejecución de esta superficie si posteriormente ha habido circulación de vehículos pesados o lluvias intensas.
- Dosificación: se preparará un tramo de prueba, del que se deducirá por tanteos la dosificación del ligante y de los áridos, más apropiada. Si hay semejanza entre la obra a ejecutar y otra ya ejecutada, se aprovechará la experiencia. En el tramo de prueba, se comprobarán las características del equipo, especialmente su capacidad para aplicar la dotación del ligante fijada a la temperatura prevista y la uniformidad del reparto. Hecho esto, el control en el tajo, se limitará a efectuar pasadas, mediciones sobre la superficie, vigilar la uniformidad y regularidad de la extensión. La dotación media del ligante resultante de las mediciones deberá estar: dotación patrón $\pm 10\%$.
- Ejecución: se considerará como lote que se aceptará o rechazará en bloque, el resultante de aplicar el menor de los siguientes criterios:
 - Doscientos cincuenta metros (250m).
 - Tres mil metros cuadrados (3000m²).
 - La fracción imprimada diariamente.

Las dotaciones de ligante hidrocarbonado, y eventualmente de árido, se comprobarán por pesaje. Se comprobará temperatura ambiente de la superficie a imprimir y del ligante, con termómetros.

- Geométrico: se comprobará por cinta la anchura del riego de imprimación cada cincuenta metros (50m). Las anchuras medidas siempre serán las marcadas en los Planos.
- Criterios de aceptación y rechazo: los materiales que no cumplan estrictamente sus especificaciones serán retirados de la obra y sustituidos por otros. No se autoriza el riego sobre superficies que no cumplan en su apartado de control. El riego debe proseguirse hasta alcanzar la dotación establecida en los márgenes indicados.

19.3.1.4 Medición y abono:

La limpieza y barrido de la superficie sobre la que se va a efectuar el riego se abonará por metros cuadrados (m²). El riego se abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados. Si se usa árido de cobertura, se abonará aparte.

19.3.2 Riegos de adherencia:

Se define como la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una superficie no imprimada, previamente a la extensión sobre ésta, de una capa bituminosa. Su ejecución incluye: preparación de superficie existente y aplicación de ligante bituminoso.

19.3.2.1 Materiales:

El ligante bituminoso, será una emulsión asfáltica EAR 0, ECR 0, EAR 1 y ACR 1.

19.3.2.2 Ejecución:

El equipo para aplicar el ligante, irá montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante. Para puntos inaccesibles de este equipo, se usará una caldera regadora provista de lanza de mano. Si hubiera que calentar el ligante, el equipo deberá llevar un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna.

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el riego de adherencia cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra. Cuando se considera apta, inmediatamente antes de proceder a la extensión del ligante elegido, se limpiará la superficie que haya de recibirlo, de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, usando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras. En los lugares inaccesibles para los equipos, se usarán escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes exteriores que deberán ser retirados, antes del barrido. Si el riego se va a aplicar sobre un pavimento bituminoso antiguo, se eliminarán los excesos de betún existentes en la superficie del mismo en forma de manchas negras localizadas.

La aplicación del ligante se hará con la dotación y a la temperatura aprobada por el Director de las Obras, de manera uniforme y evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales, por lo que se colocarán tiras de papel bajo los difusores donde comience o se interrumpa el trabajo. La temperatura de aplicación del ligante será tal que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20-100 sSF).

El riego se aplicará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a diez grados centígrados (10°C) y no exista temor de precipitaciones. Dentro del programa de trabajos se coordinará la aplicación del riego con la extensión de las capas bituminosas. Desde el final de la extensión del árido se deberá dejar un tiempo de cuatro horas (4h) hasta que pueda pasar vehículos sobre la capa.

19.3.2.3 Control y criterios de aceptación y rechazo:

Se seguirán los mismos que para los riegos de imprimación.

19.3.2.4 Medición y abono:

El riego de adherencia se abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados.

19.3.3 Riegos de curado:

Aplicación de una película impermeable de ligante hidrocarbonado sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico.

19.3.3.1 Materiales:

El tipo de ligante hidrocarbonado, salvo justificación en contra, podrá ser: EAR 0, ECR 0, EAR 1 y ECR 1.

19.3.3.2 Ejecución:

La dotación de ligante no será inferior a ocho décimas de kilogramos por metro cuadrado (0,8Kg/m²).

El equipo para aplicar el ligante, irá montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante. Para puntos inaccesibles para este equipo, se usará una caldera regadora provista de lanza de mano. Si hubiera que calentar el ligante, el equipo deberá llevar un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna.

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra, y no esté reblandecida por un exceso de humedad. Cuando se considera apta, inmediatamente antes de proceder a la extensión del ligante elegido, se limpiará la superficie que haya de recibirlo, de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, usando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

La aplicación del ligante se hará con la dotación y a la temperatura aprobada por el Director de las Obras, de manera uniforme y evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales, por lo que se colocarán tiras de papel bajo los difusores donde comience o se interrumpa el trabajo. La temperatura de aplicación del ligante será tal que su viscosidad sea de cien segundos Saybolt Furol (100 sSF).

Transcurrido el plazo de curado fijado en Proyecto, se eliminará el riego de curado por barrido enérgico seguido de un soplo con aire comprimido u otro medio aprobado por el Director.

El riego se aplicará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cinco grados centígrados (5°C) y no exista temor de precipitaciones. El riego de curado deberá quedar terminado dentro de la jornada de trabajo. Se prohibirá la circulación de todo tipo de tráfico sobre el riego de curado, durante los tres días siguientes a su ejecución.

19.3.3.3 Control y criterios de aceptación y rechazo:

Se hará control de materiales y de ejecución, de la misma manera que para el riego de imprimación y el de adherencia. Los criterios de aceptación y rechazo serán los mismos que para los dos anteriormente citados.

19.3.3.4 Medición y abono:

La limpieza y barrido de la superficie sobre la que se va a efectuar el riego, se abonará por metros cuadrados (m²). El riego se abonará por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados. Si se usa árido de cobertura, se abonará aparte.

19.3.4 Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla:

Aplicación de una o varias manos de un ligante hidrocarbonado sobre una superficie, complementada por una o varias extensiones de árido.

Se distinguen tres tipos:

- Riego con gravilla monocapa: formado por una mano de ligante y una extensión de árido.
- Riego con gravilla monocapa doble engravillado: una mano de ligante y dos extensiones de árido.
- Riego con gravilla bicapa: dos aplicaciones sucesivas de ligante y árido.

19.3.4.1 Materiales:

- Ligante hidrocarbonado: B 150/200, EAR 1, EAR2, ECR 1, ECR 2, ECR 3, FX 175 y FX 350. En vías de tráfico pesado, se recomienda el uso de ligantes hidrocarbonatos de reología modificada. Podrá mejorarse el ligante, mediante la adición de activantes, polímeros o cualquier otro producto sancionado por la experiencia.
- Áridos: se obtendrán de la trituración de piedra de cantera o grava natural, y se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, las cuales se acopiarán y manejarán por separado. Deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. En función del tipo de tráfico, la proporción de partículas del árido con dos o más caras de fractura variará. El coeficiente de limpieza no será mayor de cinco décimas (0,5), que de no cumplirse se podrá exigir un lavado del árido por parte del Director de las Obras. Se considerará que la adhesividad es suficiente cuando simultáneamente:
 - La proporción en masa de árido totalmente envuelto después del ensayo de inmersión en agua, sea superior al noventa y cinco por ciento (95%).
 - La proporción de árido no desprendido en el ensayo de placa de Vialit, sea superior al noventa por ciento (90%) en masa por vía húmeda y al ochenta por ciento (80%) en masa por vía seca.

Podrá mejorarse la adhesividad mediante reactivantes, precalentamiento o pre-envuelta con un ligante hidrocarbonado. En el momento de su extensión, la humedad del árido no deberá ser tal que perjudique su adhesividad con el ligante bituminoso.

19.3.4.2 Equipo necesario:

Para la aplicación del ligante hidrocarbonado, el equipo irá montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante. Para puntos inaccesibles para este equipo, se usará una caldera regadora provista de lanza de mano. Si hubiera que calentar el ligante, el equipo deberá llevar un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna. Previamente a la aplicación del ligante se comprobará el estado de los difusores del equipo.

Para extender el árido se usan extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas. En cualquier caso, deberán proporcionar una adecuada y homogénea repartición del árido.

Para el apisonado, se usarán compactadores de neumáticos con la adecuada presión de inflado, aunque con autorización del Director de las Obras podrán usarse rodillos ligeros de llanta metálica, cuidando que no rompan el árido. El número de compactadores será el suficiente para efectuar el apisonado de manera continua, sin interrupciones ni retrasos. Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos, durante la compactación,

así como de inversores de marcha de acción suave. En los lugares inaccesibles, se emplearán pisones mecánicos u otros medios apropiados, que deben obtener los mismos resultados que los otros.

Para el barrido, se emplearán barredoras mecánicas de cepillo, dotadas de un dispositivo de aspiración. Podrán utilizarse escobas de manos, en lugares inaccesibles.

19.3.4.3 Ejecución:

El riego con gravilla no deberá iniciarse hasta que no se haya aprobado, por el Director de las Obras, la correspondiente fórmula de trabajo, la cual constará de:

- Granulometría de cada fracción de árido por los tamices UNE: 25mm, 20mm, 12,5mm, 10mm, 6,3mm, 5mm, 3,2mm, 2,5mm, 1,25mm y 0,63mm.
- Dotación máxima, media y mínima de cada mano de ligante hidrocarbonado y de cada fracción de árido.
- Dosificación de adiciones.
- Temperatura de aplicación del ligante.

Las dotaciones de cada mano de ligante hidrocarbonado, de cada fracción de árido y de las adiciones, deberán fijarse según la experiencia y: tipo de riego con gravilla previsto, materiales a emplear, estado de la superficie a tratar e intensidad de circulación.

Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego con gravilla. Si la superficie estuviera constituida por un pavimento hidrocarbonado heterogéneo, se deberán, además, eliminar los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables. Si fuera granular o tratada con conglomerantes hidráulicos, sin pavimento hidrocarbonado, se ejecutará un riego de imprimación. Si fuese de hormigón vibrado no serán necesarios riegos previos. Inmediatamente antes de proceder a aplicar la primera o única mano del ligante, se limpiará la superficie que haya de recibirlo, de polvo, suciedad, barro seco o materia suelta, por medio de agua a presión o con barrido enérgico. Se cuidarán especialmente los bordes sobre todo junto a eventuales acopios de áridos.

El árido se almacenará en acopios. Donde dispongan de terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15cm) inferiores. Se tomarán las medidas oportunas para evitar su segregación y contaminación. Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad.

La aplicación del ligante se hará con la dotación y a la temperatura, previstas en la fórmula de trabajo, de manera uniforme y evitando la duplicación en las juntas transversales, colocando tiras de papel bajo los difusores.

La primera extensión del árido se hará de manera uniforme y con la dotación prevista en la fórmula de trabajo, evitando el contacto de las ruedas del equipo de extensión con el ligante sin cubrir. Donde la extensión se haga por franjas, el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20cm) de la franja regada junto a la que todavía no lo haya sido, para conseguir un ligero solape al aplicar el ligante de esta última. En los riegos monocapa doble engravillado o bicapa, los excesos de dotación de árido, podrán dar lugar al rechazo del trabajo ejecutado.

Inmediatamente después de la extensión del primer árido en riegos bicapa, se procederá a su apisonado. En riegos monocapa doble engravillado, se procederá a un apisonado auxiliar siempre que lo ordene el Director de las Obras. El apisonado se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde inferior, progresando hacia el centro y solapándose cada pasada con la anterior.

En el caso de riegos con gravilla bicapa, la segunda mano de ligante hidrocarbonado, se aplicará con la dotación y a la temperatura, aprobadas, de la misma forma que la primera. Para riegos con gravilla bicapa o monocapa doble engravillado, la segunda extensión y apisonado del árido, se realizarán con la dotación prevista, igual que en la primera.

Inmediatamente después de la extensión del último árido, se procederá a su apisonado, longitudinalmente, comenzando por el borde inferior y hacia el centro, solapándose con la anterior hasta obtener una superficie lisa y estable. El apisonado mediante compactadores se complementará con el trabajo manual, necesario para la corrección de todos los defectos e irregularidades que se puedan presentar.

Terminado el apisonado del árido, y transcurrido el plazo necesario para que el ligante utilizado en el riego alcance una cohesión suficiente a juicio del Director, para resistir la circulación normal de vehículos, deberá eliminarse todo exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie antes de permitir dicha circulación. En los quince días siguientes a la apertura de la circulación, se efectuará un barrido definitivo del árido que no esté adherido, salvo orden en contra del Director de las Obras.

Se podrá hacer un tramo de pruebas previamente al tratamiento superficial mediante riegos con gravilla. Para lo que se construirán una o varias secciones de ensayo, de longitud y anchura adecuadas, comprobándose la dotación definitiva de ligante y árido, así como el funcionamiento de los equipos.

- Limitaciones: los tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla, se realizarán cuando la temperatura ambiente sea superior a diez grados centígrados (10°C) y no exista temor de precipitaciones. No se harán sobre superficies mojadas, salvo que se usen emulsiones bituminosas, ligantes mejorados o activantes. La extensión del árido se hará antes de que haya transcurrido el plazo máximo fijado por el Director. El apisonado del árido deberá quedar terminado antes de veinte minutos del inicio de su extensión, si el ligante es betún asfáltico, o

treinta si fuera emulsión bituminosa o betún fluxado. La segunda mano de ligante se aplicará después del extendido y apisonado del primer árido.

- Seguridad: siempre que sea posible, deberá evitarse la circulación sobre un tratamiento superficial recién ejecutado, por lo menos durante las veinticuatro horas que sigan a su terminación. Si esto no fuera factible, deberá limitarse la velocidad a treinta kilómetros por hora (30Km/h) y avisar del peligro por las proyecciones de árido.

19.3.4.4 Control y criterios de aceptación y rechazo:

- Materiales: para comprobar el cumplimiento de las especificaciones con carácter previo a la ejecución, se podrán hacer análisis, en el ligante hidrocarbonado comprobar su certificado y en los áridos, desgaste de Los Ángeles, coeficiente de pulido acelerado, índice de lajas y proporción de caras de fractura.
- Fabricación: por cada cuarenta toneladas (40t) o por cada partida suministrada, si fuera menor, de ligante hidrocarbonado, se tomarán muestras y se harán los siguientes ensayos:
 - Emulsión bituminosa: carga de partículas identificándola como aniónica o catiónica, residuo por evaporación, contenido de agua, penetración del residuo y su índice.
 - Betún asfáltico: penetración y su índice.
 - Betún fluxado: viscosidad Saybolt-Furol a 40°C, destilación, penetración del residuo y su índice.

Por cada setenta toneladas (70t) o fracción de áridos, se harán, dos ensayos de granulometría por fracción y dos coeficientes de limpieza.

Por cada mil quinientas toneladas (1500t) o fracción de áridos: desgaste de Los Ángeles, índice de lajas, índice de caras de fractura y adhesividad por inmersión en agua.

- Ejecución: se considerará como lote que se aceptará o rechazará en bloque, el resultante de aplicar el menor de los siguientes criterios:
 - Doscientos cincuenta metros (250m).
 - Tres mil metros cuadrados (3000m²).
 - La fracción imprimada diariamente.

Las dotaciones de ligante hidrocarbonado y de árido, se comprobarán por pesaje, en no menos de cinco puntos aleatorios, de manera que haya uno por cada hectómetro. En otros cinco puntos aleatorios y uno por hectómetro, se harán ensayos de resistencia al deslizamiento.

- Criterios de aceptación y rechazo: la dotación media, tanto de ligante residual como de áridos, del tratamiento superficial mediante riegos con gravillas, no deberá diferir de la prevista en la fórmula de trabajo en más del quince por ciento (15%). No más de un individuo de la muestra ensayada, podrá presentar resultados inferiores a dicho valor en más de cinco centésimas (0,05).

19.3.4.5 Medición y abono:

Los tratamientos superficiales se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados. El precio incluye el ligante, el árido y todas las operaciones necesarias para la correcta ejecución de la unidad.

19.4 Mezclas bituminosas:

19.4.1 Mezclas bituminosas en caliente:

Son la combinación de ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) con granulometría continua y, eventualmente, aditivos de manera que todas las partículas de árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior al ambiente.

19.4.1.1 Materiales:

- Ligante hidrocarbonado:

Se usará betún B60/70 o B80/100 al ser la categoría de tráfico prevista en proyecto T42 (Intensidad media diaria de vehículos pesados: IMDp <25). En caso de que por motivos no contemplados en el Proyecto la categoría de tráfico de proyecto se viera modificada deberá utilizarse un ligante hidrocarbonado apto para la categoría de tráfico y zona térmica estival de acuerdo con la tabla 542.1 del PG-3 (Artículos 211 y 215) y OC 21/2007.

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y arcenes	T4
CÁLIDA	B40/50 BC35/50 BM-2 BM-3c	B40/50 B60/70 BC35/50 BC50/70 BM-2 BM-3b BM-3c	B40/50 B60/70 BC35/50 BC50/70 BM-3b	B40/50 B60/70 BC35/50 BC50/70 BM-3b	B60/70 BC50/70	B60/70 B80/100 BC50/70
MEDIA	B40/50 B60/70	B40/50 B60/70	B40/50 B60/70	B60/70 BC50/70 BM-3b	B60/70 B80/100 BC50/70	

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y arcenes	T4
	BC35/50 BC50/70 BM-3b BM-3c	BC35/50 BC50/70 BM-3b				
TEMPLADA	B60/70 BC50/70 BM-3b BM-3c	B60/70 B80/100 BC50/70 BM-3b				

Podrá modificarse el ligante elegido, mediante la adición de activantes, caucho, asfalto natural o cualquier otro producto sancionado con la experiencia.

- Áridos:

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas en caliente podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo.

Podrán emplearse como áridos para capas de base o intermedias, incluidas las de alto módulo, el material procedente del fresado de mezclas bituminosas en caliente en proporciones inferiores al 10% de la masa total de la mezcla.

El Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en tolvas en frío. Cada fracción será homogénea, se pondrán sin peligro de segregación y se acopiarán separadas, para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre terreno natural, no se utilizarán los últimos quince centímetros (15cm). Los acopios se harán por capas, de espesor no superior a metro y medio (1,5m) y no por montones cónicos

El Director de las Obras podrá exigir que antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, sea

superior a cincuenta (50), o en caso de no cumplirse esta condición, que su valor de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9:2010+A1:2013, sea inferior a diez (10) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, sea superior a cuarenta (40).

Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras, a otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

El Director de Obras deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales, artificiales o procedentes del fresado de mezclas bituminosas, que puedan ser lixiviados y significar un riesgo potencial para medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la UNE-EN 1744-3.

El árido procedente del fresado de mezclas bituminosas se obtendrá de la disgregación por fresado o trituración de capas de mezcla bituminosa. En ningún caso se admitirán áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas que presenten deformaciones plásticas (roderas). Se determinará la granulometría del árido recuperado, según la UNE-EN 12697-2, que se empleará en el estudio de la fórmula de trabajo. El tamaño máximo de las partículas vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, debiendo pasar la totalidad por el tamiza 40 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

- Árido grueso:

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

Ningún tamaño de árido grueso a emplear en capas de rodadura para categorías de tráfico pesado T00 y T0, podrá fabricarse por trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares ni de canteras de naturaleza caliza. Para capas de rodadura de las categorías de tráfico pesado T1 y T2, en el caso de que se emplee árido grueso procedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a 6 veces el tamaño máximo del árido final.

La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso, según la UNE EN 933-5:1999 deberá cumplir lo fijado en la siguiente tabla:

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 Y T1	T2	T3 y arcenes	T4

RODADURA	100		≥ 90	≥ 75
INTERMEDIA				≥ 75 (*)
BASE	100	≥ 90	≥ 75	-

* En vías de servicio

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso, según la UNE EN 933-5:1999, deberá cumplir lo fijado en:

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 Y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	0			≤ 1	≤ 10
INTERMEDIA					≤ 10 (*)
BASE	0		≤ 1	≤ 10	-

* En vías de servicio

El índice de las lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3, deberá cumplir lo fijado en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
T00	T0 a T31	T32 y arcenes	T4
≤ 20	≤ 25	≤ 30	

El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:2010, deberá cumplir:

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	≤ 20			≤ 25	
INTERMEDIA	≤ 25				≤ 25 (*)
BASE	≤ 25		≤ 30		-

(*) En vías de servicio

El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8:2010, deberá cumplir lo fijado en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
T00	T0 a T31	T32 y arcenes	T4

≥ 56	≥ 50	≥ 44
-----------	-----------	-----------

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, margas u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El contenido de finos del árido grueso, determinado conforme a la UNE-EN 933-1:2012 como el porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al 0,5% en masa.

Adicionalmente el Director de las Obras, podrá especificar que el contenido de impurezas del árido grueso, según UNE EN 13043-2003, sea inferior al 0,5% en masa.

En el caso de que no se cumplan las prescripciones establecidas respecto a la limpieza del árido grueso, el Director de Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

- Árido fino:

Se define como árido fino a la parte del árido total 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales.

La proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T3, T4 Y ARCENES
0	≤ 10

(*) El porcentaje de árido fino no triturado no deberá superar el del árido fino triturado

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, margas y otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las siguientes condiciones exigidas al árido grueso:

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	≤ 20			≤ 25	

INTERMEDIA	≤ 25		≤ 25 (*)
BASE	≤ 25	≤ 30	-

(*) En vías de servicio

Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de Los Ángeles inferior a 25 para capas de rodadura e intermedias y a 30 para capas base.

- Polvo mineral:

Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación, o aportarse a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado.

La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la siguiente tabla:

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	100			≥ 50	-
INTERMEDIA	100		≥ 50		-
BASE	100	≥ 50		-	-

El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador en ningún caso podrá rebasar el 2% de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, podrá el Director de las Obras rebajar la proporción mínima de éste.

La granulometría del polvo mineral se determinará según UNE-EN 933-10:2010. El 100% de los resultados de análisis granulométricos deben quedar dentro del huso granulométrico general definido en la siguiente tabla:

ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	HUSO GRANULOMÉTRICO GENERAL PARA RESULTADOS INDIVIDUALES CERNIDO ACUMULADO (% en MASA)	ANCHO MÁXIMO DEL HUSO RESTRINGIDO (% en MASA)
2	100	-

0,125	85 a 100	10
0,063	70 a 100	10

La densidad aparente del polvo mineral, según la norma UNE-EN 1097-3:1999, deberá estar comprendida entre 0,5 y 0,8 g/cm³.

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. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

El tipo de mezcla bituminosa en caliente a emplear en función del tipo y del espesor de la capa del firme, se definirá en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, según la siguiente tabla:

CAPA	ESPESOR (cm)	TIPO DE MEZCLA	
		DENOMINACIÓN UNE-EN 13108-1	DENOMINACIÓN ANTERIOR
RODADURA	4-5	AC16 surf D AC16 surf S	D12 S12
	>5	AC22 surf D AC22 surf S	D20 S20
INTERMEDIA	5-10	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC22 bin S MAM (ii)	D20 S20 S25 MAM (ii)
BASE	7-15	AC 32 base S	S25
		AC22 base G AC32 base G AC22 base S MAM (ii)	G20 G25 MAM (iii)
ARCENES (iv)	4-6	AC16 surf D	D12

i) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de ligante por no ser relevante a efectos de esta tabla.

(ii) Espesor mínimo de 6 cm

(iii) Espesor máximo de 13 cm

(iv) En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

La dotación mínima de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente que, en cualquier caso, deberá cumplir los valores mínimos indicados a continuación:

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	DENSA Y SEMIDENSA	4,50
INTERMEDIA	DENSA Y SEMIDENSA	4,00
	ALTO MÓDULO	4,50
BASE	SEMIDENSA Y GRUESA	3,65
	ALTO MÓDULO	4,75

(i) Incluidas las tolerancias especificadas en el apartado 542.9.3.1. Se tendrán en cuenta las correcciones por eso específico y absorción de los áridos, si son necesarias.

En el caso de que la densidad de los áridos sea diferente de 2,65 g/cm³, los contenidos mínimos de ligante de la tabla anterior se deben corregir multiplicando por el factor $\alpha = \frac{2,65}{\rho_d}$; donde ρ_d es la densidad de las partículas de árido.

Salvo justificación en contra, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado de las mezclas densas, semidensas y gruesas, en función de la categoría de tráfico pesado y de la zona térmica estival se fijará de acuerdo con las indicadas en la siguiente tabla:

TIPO DE CAPA	ZONA TÉRMICA ESTIVAL	
	CÁLIDA Y MEDIA	TEMPLADA
RODADURA	1,2	1,1
INTERMEDIA	1,1	1,0
BASE	1,0	0,9

En las mezclas bituminosas en caliente de alto módulo la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado (expresados ambos respecto de la masa total de árido seco, incluido el polvo mineral), salvo justificación en contrario, estará comprendida entre uno con dos y uno con tres (1,2 y 1,3).

19.4.1.2 Equipos necesarios para la ejecución:

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte, en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

- Central de fabricación:

Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la norma UNE-EN 13108-1:2019 para el marcado CE. No obstante, el Director de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales, especialmente en el supuesto de no ser obligatorio o no disponer de marcado CE.

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de centrales capaces de manejar simultáneamente en frío el número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. El número mínimo de tolvas para áridos en frío será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero en todo caso no será inferior a cuatro (4).

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación será ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos, y tendrá en cuenta la humedad de éstos, para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de central para la fabricación de mezclas para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 también será preceptivo disponer de sistemas ponderales de dosificación en frío. La central tendrá sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales serán independientes de los correspondientes al resto de los áridos, y estarán protegidos de la humedad. Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador estarán provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente de capacidad acorde con su producción en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de silos para almacenarlos.

Las centrales de mezcla discontinua estarán provistas en cualquier circunstancia de dosificadores ponderales independientes: al menos 1 para los áridos calientes, cuya precisión sea superior al $\pm 0,5\%$, al menos 1 para el polvo mineral y 1 para el ligante hidrocarbonado, cuya precisión sea superior al $\pm 0,3\%$

Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente, a juicio del Director de las Obras.

Si la central estuviera dotada de tolvas de almacenamiento de las mezclas fabricadas, deberá garantizar que en las cuarenta y ocho horas (48h) siguientes a la fabricación, el material acopiado no ha perdido ninguna de sus características, en especial homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

Cuando se vayan a emplear áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas la central de fabricación dispondrá de los elementos necesarios para que se cumplan los requisitos y especificaciones siguientes:

- La carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por cien (50 - 100%) de su capacidad, sin rebosar. Para mezclas densas y semidensas la alimentación del árido fino, aun cuando esté fuera de un único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas.
- Si se utilizasen áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas, en centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, si la alimentación de éste fuera discontinua, después de haber introducido los áridos, se pesarán e introducirán los áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas, y después de un tiempo de disgregación, calentado y mezcla, se agregará el ligante hidrocarbonado, y en su caso

los aditivos, para cada amasijo, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo. Si la alimentación fuese continua, los áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas se incorporarán al resto de los áridos en la zona de pesaje en caliente a la salida del secador.

- En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador se aportarán los áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas tras la llama, de forma que no exista riesgo de contacto con ella.
- A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.
- En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda sus características iniciales durante todo el proceso de fabricación.

La mezcla bituminosa en caliente se transportará en camiones de la central de fabricación a la extendidora. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendidora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

- Elementos de transporte:

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por el Director de las Obras. La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendidora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos al efecto.

Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa en caliente durante su transporte.

- Equipo de extendido:

Las extendidoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la geometría y producción deseada y un mínimo de precompactación, que será fijado por el Director de las Obras. La capacidad de la tolva, así como la potencia, serán adecuadas para el tipo de trabajo a desarrollar.

La extendidora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste u otras causas.

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados ($70,000\text{m}^2$), será preceptivo disponer, delante de la extendedora, de un equipo de transferencia autopropulsado de tipo silo móvil, que esencialmente garantice la homogeneización granulométrica y además permita la uniformidad térmica y de las características superficiales.

La anchura mínima y máxima de extensión la definirá el Director de las Obras. Si a la extendedora se la acoplaran piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alienadas con las originales.

- Equipo de compactación:

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes de neumáticos o mixtos. La composición mínima del equipo será un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos, o mixto y un (1) compactador de neumáticos. Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de llantas metálicas no presentarán surcos ni irregularidades en ellas. Los vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración, al invertir el sentido de su marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores serán aprobadas por el Director de las Obras, y serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar y siempre deberán ser autorizados por el Director de las Obras.

19.4.1.3 Ejecución:

La fabricación y puesta en obra de la mezcla, no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación. Dicha fórmula, fijará como mínimo las siguientes características:

- Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- Granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices 45mm; 32; 22; 16; 8; 4; 2; 0,500; 0,250 y 0,063mm de la UNE-EN 933-2:1996 que correspondan para cada tipo de mezcla, expresada en porcentaje del árido total, con una aproximación de uno por ciento (1%), con excepción del 0,063 UNE que se expresará en uno por mil (0,1%).
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación, expresada en porcentaje del árido total con aproximación del uno por mil (0,1%).
- Tipo y características de ligante hidrocarbonado.
- Dosificación del ligante hidrocarbonado referida a la masa de la mezcla total y la de aditivos al ligante, referida a la masa del mismo.
- Tipo y dotación de las adiciones a la mezcla bituminosa, referida a la masa de la mezcla total, si los hubiera.
- Densidad mínima a alcanzar.

También se señalarán:

- Tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Temperaturas, máxima y mínima de calentamiento previo de los áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador, árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados centígrados (15°C).
- Temperatura de mezcla con betunes asfálticos, se fijará dentro del rango correspondiente a una viscosidad del betún de ciento cincuenta a trescientos centistokes (150 – 300 cSt). Para betunes mejorados con caucho o modificados con polímeros, en la temperatura de mezcla, se tendrá en cuenta el rango recomendado por el fabricante.
- Temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte.
- Si se emplean adiciones, se incluirán las prescripciones necesarias sobre su forma de incorporación y tiempo de mezclado.

La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador no será superior a ciento ochenta grados (180°C), salvo el centrales de tambor secador-mezclador, en las que no excederá de ciento sesenta y cinco (165°C). En cualquier caso, la temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador, será aprobada por el Director de las Obras. De manera que la temperatura de la mezcla en la descarga de los camiones sea superior a la mínima fijada.

La dosificación del ligante hidrocarbonado en la fórmula de trabajo se fijará teniendo en cuenta los materiales disponibles y la experiencia obtenida. Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las Obras podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la mezcla, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva fórmula si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas.

- Contenido de huecos:

Determinado según el método de ensayo UNE-EN 13108-20:2007. La determinación del contenido de huecos en mezclas con tamaño nominal "D" inferior o igual veintidós milímetros ($\leq 22\text{mm}$), se hará sobre probetas compactadas según UNE-EN 12697-30:2019, aplicando setenta y cinco (75) golpes por cara. En mezclas con tamaño nominal "D" superior a veintidós milímetros ($> 22\text{mm}$), se hará sobre probetas preparadas por compactación vibratoria durante un tiempo de ciento veinte segundos (120s) por cara, según UNE EN 12698-32.

El Director de las Obras podrá exigir el contenido en huecos según UNE-EN 13108-20:2007, siempre que por las características de los mismos o por su granulometría combinada, se prevean anomalías en la fórmula de trabajo. En tal caso, el contenido de huecos en áridos de mezclas con tamaño máximo de dieciséis milímetros (16mm) deberá ser mayor o igual al quince por ciento ($\geq 15\%$) y en mezclas con tamaño máximo de veintidós o treinta y dos milímetros (22 o 32mm), mayor o igual al catorce por ciento ($\geq 14\%$).

- Resistencia a la deformación permanente:

La resistencia a deformaciones plásticas determinada mediante el ensayo de pista de laboratorio, según UNE-EN 12697-22:2008+A1:2008. Las probetas se prepararán mediante compactador de placa, con el dispositivo de rodillo de acero según UNE-EN 12697-33:2020, y con densidad:

- Mezclas con tamaño nominal "D" menor o igual a veintidós milímetros ($\leq 22\text{mm}$), sea mayor al noventa y ocho por ciento (98%) de la obtenida en probetas cilíndricas preparadas según UNE-EN 12697-30:2019, aplicando setenta y cinco (75) golpes por cara.
- Mezclas con tamaño nominal "D" mayor a veintidós milímetros ($>22\text{mm}$), sea superior al noventa y ocho por ciento (98%) de la obtenida en probetas preparadas por compactación vibratoria durante ciento veinte segundos (120s) por cara, según UNE-EN 12697-32:2020.

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2	T3 y arcenes	T4
CÁLIDA	0,07			0.1	-
MEDIA	0,07		0,10		-
TEMPLADA	0,10			-	

(*) En mezclas bituminosas de alto módulo, en capa intermedia, la pendiente media de deformación en pista será de 0,07.

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T00 y T0	T1	T2 y T31
CÁLIDA	0,07	0,07	0,10
MEDIA		0,10	-

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T00 y T0	T1	T2 y T31
TEMPLADA	0,10	-	-

- Sensibilidad al agua:

En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizado a quince grados (15°C), según UNE-EN 12697-12:2009, tendría un valor mínimo del ochenta por ciento (80%) para capas de base e intermedias, y del ochenta y cinco por ciento (85%) para las de rodadura. En mezclas de tamaño máximo no mayor de veintidós milímetros (22mm), las probetas para la realización del ensayo se prepararán según UNE-EN 12697-30:2019, con cincuenta (50) golpes por cara. Para mezclas con tamaño máximo superior a veintidós milímetros (22mm), las probetas se prepararán mediante compactación con vibración durante ochenta más menos cinco segundos ($80 \pm 5s$) por cara, según UNE-EN 12697-32:2020.

Se podrá mejorar la adhesividad entre árido y ligante hidrocarbonado, mediante activantes incorporados al último.

- Preparación de la superficie existente:

Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que vaya a extenderse la mezcla bituminosa en caliente. El Director de la Obra indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable, y en su caso, a reparar las zonas dañadas.

Si la superficie estuviera formada por pavimento hidrocarbonado, y fuera heterogéneo, se deberán además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de las Obras.

Se comprobará especialmente que, transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no queden restos de agua en la superficie. Asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial. En caso contrario, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

- Extensión de la mezcla:

A menos que el Director de las Obras diga lo contrario, la extensión comenzará por el borde inferior y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de éstas se fijará para hacer el menor número posible de juntas, y así conseguir la mayor continuidad posible de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de

la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendidora y la producción de la central.

En obras sin mantenimiento de la circulación, categorías de tráfico pesado T00 y T2 o con superficies de calzadas a extender mayores de setenta mil metros cuadrados (70.000m²), se realizará la extensión de cualquier capa bituminosa a ancho completo, trabajando con dos o más extendidoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera esté aún caliente y en condiciones de ser compactado, en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

La extendidora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las correspondientes tolerancias.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendidora a la producción de la central de fabricación, de modo que aquella no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendidora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación, de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

Donde resulte imposible el empleo de máquinas extendidoras, la mezcla bituminosa en caliente se pondrá a poner en obra por otros medios aprobados por el Director de la Obra. Para ello, se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y la sección transversal indicadas en los Planos, cumpliendo con las correspondientes tolerancias.

- Compactación de la mezcla:

Se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba. Se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida. Se continuará mientras la temperatura de la mezcla no baje de la prescrita y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada.

En mezclas bituminosas fabricadas con betunes mejoradas o modificados con caucho y en mezclas bituminosas con adición de caucho, con el fin de mantener la densidad de la tongada hasta que el aumento de la viscosidad del betún contrarreste una eventual tendencia del caucho a recuperar su forma, se continuará obligatoriamente el proceso de compactación hasta que la temperatura de la mezcla baje la mínima establecida en la fórmula de trabajo.

La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realiza por franjas, al compactar una de ellas, se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15cm) de la anterior.

- Juntas transversales y longitudinales:

Siempre que sean inevitables, se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5m) las transversales y quince centímetros (15cm) las longitudinales.

Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo, el borde de ésta se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, dejando romper la emulsión lo suficiente. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

Las juntas transversales en capas de rodadura se compactarán transversalmente, disponiendo de los apoyos precisos para los elementos de compactación.

19.4.1.4 Limitaciones de la ejecución:

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados centígrados (5°C), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros (5cm), en cuyo caso el límite será de ocho grados (8°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 su compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como alcance la temperatura ambiente en todo el espesor o bien, previa autorización expresa del Director de las Obras, cuando alcance una temperatura de sesenta grados centígrados (60°C), evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

19.4.1.5 Tramo de prueba:

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente, será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo, la de actuación de los equipos de extensión y compactación, y especialmente, el plan de compactación. Para verificar

que la fórmula de trabajo cumple después de la puesta en obra, las prescripciones relativas a la textura superficial y el coeficiente de rozamiento transversal en capas de rodadura, se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método del círculo de arena según UNE-EN 13036-1:2010.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

19.4.1.6 Tolerancias:

- Granulometría: referida a la masa total, incluido el polvo mineral:
 - Tamices superiores al 2,5 UNE: $\pm 4\%$.
 - Tamices entre 2,5 y 0,080 UNE: $\pm 3\%$.
 - Tamiz 0,080 UNE: $\pm 1\%$.
- Dosificación: la tolerancia con respecto de la dosificación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo es de $\pm 0,3\%$ en masa, del total de los áridos.
- Densidad: en mezclas bituminosas densas, semidensas y gruesas, la densidad no deberá ser menor de: 98% para capas de espesor superior a seis centímetros ($>6\text{cm}$) y 97% para capas de espesor menor a seis centímetros ($<6\text{cm}$).
- Características superficiales: la superficie deberá tener una textura uniforme y exenta de segregaciones. Para capas de rodadura la textura superficial no deberá ser menor de siete décimas de milímetros (0,7mm) y el coeficiente de resistencia al deslizamiento no menor de sesenta y cinco centésimas (0,65)
- Geometría:
 - Cota y anchura: en vías de nueva construcción, se disponen clavos de referencia, nivelados hasta ocho milímetros (8mm) con respecto a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre perfiles del Proyecto ni de veinte metros (20m). Esta superficie y la teórica no deben diferir en más de diez milímetros (10mm) en capas de rodadura ni de quince (15mm) para el resto de las capas. Se debe comprobar la anchura del pavimento en todos los semiperfiles.
 - Espesor: no deberá ser inferior del ochenta por ciento (80%) del previsto en la sección-tipo de los Planos, excepto en las capas de rodadura, que no será menor del cien por cien (100%).
 - Regularidad superficial: la superficie acabada no deberá presentar irregularidades superiores a cinco milímetros (5mm) al comprobarla con regla de 3 metros.

19.4.1.7 Control y criterios de aceptación y rechazo:

En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento de Productos de Construcción (UE) Nº 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen los establecido en este Pliego.

Para los productos que no tengan marcado CE, se harán obligatoriamente ensayos de control de procedencia.

- Procedencia:

Si los áridos disponen de marcado CE, los criterios siguientes para realizar el control de procedencia no serán obligatorios.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas anteriormente, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción, se tomarán cuatro (4) muestras, según UNE-EN 932-1:1997, y de cada fracción se determinará:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, UNE-EN 1097-2:2010.
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso y del fino para capas de rodadura, UNE-EN 1097-8:2010.
- Densidad relativa y absorción del árido grueso y fino, UNE-EN 1097-6:2014.
- Granulometría de cada fracción, UNE-EN 933-1:2012.
- Equivalente de arena, UNE-EN 933-8:2012+A1:2015 e índice de azul de metileno, UNE-EN 933-9:2010+A1:2013.
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, UNE-EN 933-5:1999.
- Proporción de impurezas del árido grueso, UNE EN 13043-2003.
- Índice de lajas del árido grueso, UNE-EN 933-3:2012.

Si el polvo mineral dispone de marcado CE, los criterios siguientes para realizar el control de procedencia no serán obligatorios.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas anteriormente, de cada procedencia de polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción, se tomarán cuatro (4) muestras y se determinará la densidad aparente, UNE-EN 1097-3:1999 y granulometría, UNE-EN 933-10:2010.

- Materiales:
 - Árido grueso y fino: se harán ensayos de desgaste de Los Ángeles, adhesividad, densidad relativa, coeficiente de pulido acelerado, análisis granulométrico, índice de lajas y porcentaje de elementos con dos o más caras de fractura.
 - Polvo mineral: se harán ensayos de granulometría, densidad aparente en tolueno y coeficiente de emulsibilidad.
 - Ligante: de cada partida se exigirá el certificado de análisis correspondiente.
- Mezcla:

Sobre muestras tomadas aleatoriamente en los camiones receptores, se harán los siguientes ensayos por cada quinientas toneladas (500t) o fracción: ensayo Marshall, contenido en betún, granulometría de los áridos extraídos de la mezcla y cálculo de huecos.

- Superficie de asiento:

Se elegirá el método, de entre: observación del efecto del paso de un camión cargado, repetición de ensayos de densidad, comprobación de la geometría superficial o eliminación de los depósitos de arrastre observados.

- Extensión:

Se tendrá que vigilar la temperatura ambiente, medir la de la mezcla a la llegada de los camiones al tajo, comprobar las características geométricas de la mezcla y vigilar la temperatura de la mezcla extendida.

- Espesor de la capa y compactación:

Tiene como finalidad comprobar que la capa de mezcla tiene el espesor del Proyecto y la densidad especificada. Por cada quinientas toneladas (500t) de mezcla compactada se extraerán cuatro testigos y se harán los siguientes ensayos: determinación de la densidad del testigo y medida del espesor de la capa. A la media aritmética de las cuatro densidades, se la aplicará el método de las medias móviles.

- Geométrico:

Se comprobarán las cotas de replanteo del eje con miras cada diez metros (10m) más los puntos singulares colocando clavos nivelados hasta milímetros. Se comprobarán en ellos, la anchura y pendiente transversal, si aparecen desigualdades de anchura, de rasante o de pendiente transversal y se aplicará la regla de 3 metros donde se sospechen variaciones superiores a las tolerables. Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas serán corregidas por el Contratista.

19.4.1.8 Medición y abono:

Se abonarán por toneladas (t) realmente puestas en obra, deducidas de las secciones tipo señaladas en los planos, y las densidades medias de las probetas extraídas en obra. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos, el procedente de fresado de mezclas bituminosas, si lo hubiere, y el de polvo mineral. No serán de abono, las cruces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes. También puede medirse y abonarse por metros cuadrados (m²).

En ambos casos, el precio incluye los materiales, fabricación, puesta en obra y todas las operaciones necesarias para la correcta ejecución de la unidad.

La preparación de la superficie existente no es objeto de abono, ni está incluida dentro de esta unidad de obra.

19.4.2 Mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de rodadura de pequeño espesor:

Se define como aquella cuyos materiales son la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos con discontinuidad granulométrica muy acentuada en los tamices inferiores del árido grueso, polvos minerales y eventualmente aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación obliga a calentar el ligante y los áridos, y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior al ambiente.

A efectos de aplicación, se podrán distinguir dos tipos de mezclas (F y M) con dos husos granulométricos de tamaño máximo nominal de ocho y diez milímetros (8 y 10mm) cada uno. Con cada huso granulométrico podrán fabricarse mezclas bituminosas discontinuas en caliente, para capas de rodadura de dos y tres centímetros (2 y 3cm) respectivamente.

19.4.2.1 Materiales:

- Ligante hidrocarbonado: se empleará preceptivamente, betún asfáltico modificado con polímeros tipo BM-3b o BM-3c para tráfico pesado y medio, y betún asfáltico 60/70 para tráfico ligero.

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00 y T0	T1	T2 a T4 y arcenes
BM-3c	BM-3c o BM-3b	B60/70 o B80/100

En el caso de utilizar betunes con adiciones no incluidas anteriormente, el Director de las Obras establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto ligante como mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el modo de dispersión de la adición deberán ser aprobados por el Director.

En el caso de incorporar productos como modificadores de la reología de la mezcla, el Director determinará su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera, que se garantice un comportamiento en mezcla, semejante al que se obtuviera con el ligante bituminoso anteriormente citado.

- Áridos: podrán ser naturales o artificiales, siempre que cumplan las especificaciones requeridas. Se suministrarán o producirán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena según UNE-EN 933-8:2012+A1:2015 del árido obtenido, combinando las distintas fracciones de los áridos incluido polvo mineral, según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse, su índice de azul de metileno, según UNE-EN 933-9:2010+A1:2013 deberá ser menor

de diez (10) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según UNE-EN 933-8:2012+A1:2015, deberá ser menor que cuarenta (40).

Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química. Tampoco podrán dar, con el agua, disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme o contaminar corrientes de agua.

- Árido grueso: parte del árido total, retenida en el tamiz 2 UNE, según UNE-EN 933-2:1996. Se obtendrá triturando piedra de cantera o grava natural. Deberá estar exento de arcilla, material vegetal, margas u otras materias extrañas. El contenido de impurezas, UNE EN 13043-2003, deberá ser menor al cinco por mil (0,5%), en caso contrario, el Director de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos aprobados por él. Se considerará suficiente la adhesividad, si la proporción de árido grueso totalmente envuelto después del ensayo de inmersión en agua, es superior al noventa y cinco por ciento (95%).

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T3, T4 y arcenes
100	≥ 75
≤ 20	≤ 25

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T00 a T2	T3, T4 y arcenes
F	≤ 20	≤ 25
M	≤ 15	≤ 25

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00	T0 a T2	T3, T4 y arcenes
≥ 0,55	≥ 0,50	≥ 0,45

- Árido fino: parte del árido total cernida por el tamiz 2 UNE y retenida por el 0,063 UNE. Deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales. Sólo en mezclas tipo F y para categorías de tráfico pesado T3, T4 y arcenes, podrá emplearse arena natural no triturada. La proporción máxima de arena natural no triturada será inferior al diez por ciento (10%) del peso total de árido combinado. Debe estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. Se podrán utilizar áridos finos de otra naturaleza, si se mejora alguna característica, pero no procederán de áridos gruesos de desgaste de Los Ángeles inferior a veinticinco (25).
- Polvo mineral: parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 UNE. Podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por extracción en la central de fabricación o por la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial. El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos, tras su paso por el secador, no podrá sobrepasar el dos por ciento (2%) de la masa de la mezcla. La densidad aparente, deberá estar comprendida entre cinco y ocho decigramos por centímetro cúbico (0,5 a 0,8 g/cm³).

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T3, T4 y arcenes
100	≥ 50

- Aditivos: 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. El método de incorporación, que deberá asegurar una dosificación y dispersión homogéneas del aditivo, será aprobado por el Director.

19.4.2.2 Tipo y composición de la mezcla:

La granulometría del árido obtenido, combinando las distintas fracciones de los áridos, incluido el polvo mineral, según el tipo de mezcla, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos de la tabla siguiente:

TIPO DE MEZCLA	ABERTURA DE LOS TAMICES (mm)						
	12,5	10	8	4	2	0,500	0,063
M8	-	100	75 – 97	14 – 27	11 – 22	8 – 16	5 – 7
M10	100	75 – 97	-	14 – 27	11 – 22	8 – 16	5 – 7
F8	-	100	75 - 97	23 – 32	18 – 32	11 – 23	7 – 9
F10	100	75 - 97	-	23 – 32	18 - 32	11 – 23	7 - 9

Para carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1, se emplearán mezclas bituminosas discontinuas en caliente tipo M.

CARÁCTERÍSTICA		TIPO DE MEZCLA			
		M8	M10	F8	F10
DOTACIÓN MEDIA DE MEZCLA (Kg / m²)		35 - 50	55 - 70	40 - 55	65 - 80
DOTACIÓN MÍNIMA DE LIGANTE (% en masa sobre el total del árido seco, incluido el polvo mineral)		5		5,5	
LIGANTE RESIDUAL EN RIEGO DE ADHERENCIA (Kg / m²)	Firme nuevo	> 0,3		> 0,25	
	Firme antiguo	> 0,4		> 0,35	

Salvo justificación en contra, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado determinado en la fórmula de trabajo, según el tipo de mezcla, deberá estar comprendida:

- Entre trece y diecisiete décimas (1,3 y 1,7) para mezclas tipo F.
- Entre once y trece décimas (1,1 y 1,3) para mezclas tipo M.

19.4.2.3 Equipo para la ejecución:

- Central de fabricación:

Las mezclas bituminosas discontinuas en caliente se fabricarán por medio de centrales de mezcla, continua o discontinua, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante hidrocarbonado deberá poder permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo, de forma que se garantice que no se produce sobrecalentamiento localizado y que no se sobrepasen las temperaturas máximas admisibles de dicho producto. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc. deberán estar provistas de calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento estará siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en la boca de salida del mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y comprobar la calibración del dosificador.

Las tolvas para áridos en frío deberán tener paredes resistentes y estancas, así como bocas de anchura suficiente para que su alimentación se haga correctamente y cuya separación sea efectiva para evitar intercontaminaciones. Su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero en todo caso, no será inferior a tres (3). Deberán estar provistas de dispositivos de dosificación a su salida, que puedan ser mantenidos en cualquier ajuste.

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación será ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos, y tendrá en cuenta la humedad de éstos, para corregir la dosificación en función de ella. La central tendrá un secador que permita calentar áridos a la temperatura fijada en la fórmula de trabajo, extrayendo de uno de ellos una proporción de polvo mineral que se ajuste a la fórmula. El sistema extractor deberá evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera y el vertido de lodos a cauces, de acuerdo con la legislación vigente de medio ambiente y seguridad y salud.

Las centrales cuyo secador no sea la vez mezclador estarán provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente, de capacidad acorde con su producción, en un número de fracciones no inferior a

3, y de silos para almacenarlos, cumpliendo éstos las mismas condiciones que para las centrales con tambor secador-mezclador.

Las centrales de mezcla discontinua estarán provistas en cualquier circunstancia de dosificadores ponderales independientes: al menos 1 para los áridos calientes, cuya precisión sea superior al $\pm 0,5\%$ y al menos 1 para el polvo mineral y 1 para el ligante hidrocarbonado, cuya precisión sea superior al $\pm 0,3\%$

Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente, a juicio del Director de las Obras.

Si la central estuviera dotada de tolvas de almacenamiento de las mezclas fabricadas, deberá garantizar que en las cuarenta y ocho horas (48h) siguientes a la fabricación, el material acopiado no ha perdido ninguna de sus características, en especial homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

- Elementos de transporte:

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por el Director de las Obras. La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendidora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos al efecto.

Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa en caliente durante su transporte.

- Extendedoras:

Las extendedoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la configuración deseada y un mínimo de precompactación, que será fijado por el Director de las Obras. La capacidad de sus elementos, así como la potencia, serán adecuadas para el tipo de trabajo a desarrollar.

La extendidora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

Para la extensión de mezclas bituminosas discontinuas en caliente, en obras de carreteras con intensidades superiores a diez mil (10.000) vehículos / día o cuando la extensión de la aplicación sea superior a setenta mil metros cuadrados (70.000m²), para T00 a T1, las extendedoras irán provistas de un sistema de riego de adherencia incorporado al mismo, que garantice una dotación continua y uniforme.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste u otras causas.

La anchura mínima y máxima de extensión la definirá el Director de las Obras. Si a la extendidora se acoplaran piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alienadas con las originales.

- Equipo de compactación:

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos autopropulsados con inversores de sentido de la marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para limpieza de llantas. Los compactadores de llantas metálicas no presentarán surcos ni irregularidades en ellas.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores serán aprobadas por el Director de las Obras, y serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar y siempre deberán ser autorizados por el Director de las Obras.

19.4.2.4 Ejecución:

La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará en tanto no se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo. La fórmula incluirá: identificación y proporción de cada fracción del árido, la granulometría de los áridos combinados, la identificación y dosificación de ligante hidrocarbonado y el tipo y dotación de las adiciones. También señalará: los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y la de los áridos con el ligante, las temperaturas máximas y mínimas de calentamiento previo de la mezcla y el ligante, las que deben tener al salir del mezclador, la mínima de la mezcla en la descarga y la que debe tener al iniciar y terminar la compactación.

En el caso de mezclas bituminosas discontinuas tipo F, se hará: análisis de huecos y estabilidad con método Marshall y velocidad de deformación en el intervalo de ciento cinco a ciento veinte minutos (105 a 120 min)

Para tráfico pesado, se comprobará la sensibilidad de las propiedades de la mezcla a las variaciones de granulometría y dosificación del ligante.

Se comprobará la adhesividad árido-ligante, mediante la caracterización de la acción del agua. Se podrá mejorar esta adhesividad mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia y aprobado por el Director de las Obras.

Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla. Sobre la superficie de asiento se ejecutará un riego de adherencia, según lo citado en el correspondiente apartado.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será lo suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación. El número mínimo de fracciones será de tres (3).

Cada fracción se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si se disponen sobre terreno natural, no se utilizarán los últimos quince centímetros (15cm). Los acopios serán por capas de no más de metro y medio (1,5m) de espesor y no por montones cónicos. Si se detectan anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. En el caso de obras con volumen total de áridos inferior a cinco mil metros cúbicos (5000m³), antes de empezar la fabricación deberá haberse acopiado la totalidad de los áridos. En otro caso, el volumen mínimo a exigir será del treinta por ciento (30%) o el correspondiente a un (1) mes de producción máxima del equipo de fabricación.

La carga de cada tolva de árido en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por cien (50 y 100%) de su capacidad sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán precauciones para evitar segregaciones o contaminaciones. Los dosificadores de áridos en frío, se regularán para que se obtenga la granulometría de la fórmula de trabajo, se ajustará su caudal. El secador se regulará para que la combustión sea completa.

En centrales cuyo secador no sea mezclador, los áridos calentados y clasificados, se pesarán y se transportarán al mezclador. Si su alimentación fuera discontinua, tras introducir los áridos y el polvo mineral se agregará automáticamente el ligante hidrocarbonado para cada amasada. En los mezcladores de la centrales que no sean de tambor secador-mezclador, se limitará el volumen del material hasta dos tercios (2/3) de la altura máxima de las paletas.

A la descarga del mezclador, todos los tamaños del árido deberán ser distribuidos uniformemente en la mezcla, y todas sus partículas homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

En el caso de utilizar adiciones, se cuidará su correcta dosificación.

La mezcla bituminosa caliente se transportará en camiones desde la central de fabricación a la extendidora. Para evitar el enfriamiento, se protegerá con lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de la descarga en la extendidora, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula.

La extensión de la mezcla comenzará por el inferior, a no ser que el Director de las obras ordene otra cosa, y se hará por franjas longitudinales. La anchura de las mismas se fijará para que se hagan el menor número posible de juntas y se consiga la mayor continuidad de la extensión. En función de la necesidad de mantenimiento de la circulación, se realizará el extendido con dos o más extendidoras ligeramente desfasadas y evitando juntas longitudinales. La mezcla bituminosa se extenderá siempre en una sola tongada, y la extendidora deberá regularse para que la capa quede lisa y uniforme y con un espesor tal que, una vez compactada se corresponda con el de los planos del Proyecto.

La compactación se hará a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que haya desplazamiento de la mezcla extendida. La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua. Si se hiciera por franjas, al compactar una de ellas, se deberá ampliar la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15cm) de la anterior.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5m) las transversales y quince centímetros (15cm) las longitudinales. Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera inferior a la mínima fijada en la fórmula para terminar la compactación, el borde de esta franja deberá cortarse verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se compactarán transversalmente, disponiendo de apoyos para el rodillo y se distanciarán en más de cinco metros (5m) las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes.

- Limitaciones: no se permitirá, salvo autorización expresa del Director, la puesta en obra de la mezcla para capas finas si:
 - La temperatura ambiente a la sombra es inferior a ocho grados centígrados (8°C).
 - Hay precipitaciones.

Se podrá abrir la circulación con la capa ejecutada, tan pronto como alcance una temperatura de sesenta grados (60°C), evitando paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que alcance la temperatura ambiente.

19.4.2.5 Tramo de prueba:

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente, será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo, la de actuación de los equipos de extensión y compactación, y especialmente, el plan de compactación.

Durante la ejecución del tramo de prueba, se analizará la correspondencia entre métodos de control de la dosificación del ligante y la densidad in situ, y otros métodos rápidos de control. También se estudiará equipo y método de realización de juntas, así como, la relación entre dotación media de mezcla y el espesor de la capa aplicada con la que se alcance una densidad superior a la especificada.

Para mezclas tipo M, con espesor superior a dos centímetros y medio (2,5cm), se analizará además la correspondencia entre contenido de huecos en mezcla y la permeabilidad de la capa, según NLT-327.

19.4.2.6 Especificaciones de la unidad terminada:

- Densidad:

Para mezclas tipo F, la densidad alcanzada será superior al noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad Marshall. Para las tipas M, con espesores iguales o superiores a dos centímetros y medio (2,5cm), el porcentaje de huecos no podrá diferir en más de 2 puntos (± 2) porcentuales del obtenido en la fórmula de trabajo.

- Espesor y anchura:

El espesor no deberá ser inferior, en ningún punto, al cien por cien (100%) del previsto en la sección-tipo de los Planos, o en su defecto del que resulte de la dotación media de la mezcla.

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la extensión, que en ningún caso será inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos.

- Características superficiales:

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	CALZADA DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS
50	< 1,5	< 1,5
80	< 1,8	< 2,0
100	< 2,0	< 2,5

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA			
	CALZADA DE AUTOPISTA Y AUTOVÍAS		RESTO DE VÍAS	
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)			
	> 10	≤ 10	> 10	≤ 10
50	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 2,0
80	< 1,8	< 2,0	< 2,0	< 2,5
100	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 3,0

19.4.2.7 Control y criterios de aceptación y rechazo:

- Procedencia:

Si con los áridos se aporta certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones obligatorias de la homologación de la marca, sello o distintivo de calidad del árido, los criterios siguientes para realizar el control de procedencia no serán obligatorios.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas anteriormente, de cada procedencia de árido, y para cualquier volumen de producción, se tomarán cuatro (4) muestras, UNE-EN 932-1:1997, y de cada fracción se determinará:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, UNE-EN 1097-2:2010.
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso y del fino para capas de rodadura, UNE-EN 1097-8:2010.
- Densidad relativa y absorción del árido grueso y fino, UNE-EN 1097-6:2014.
- Granulometría de cada fracción, UNE-EN 933-1:2012.
- Equivalente de arena, UNE-EN 933-8:2012+A1:2015 e índice de azul de metileno, UNE-EN 933-9:2010+A1:2013.
- Proporción de partículas trituradas del árido grueso, UNE-EN 933-5:1999.
- Proporción de impurezas del árido grueso, UNE EN 13043-2003.

Pasará lo mismo con el polvo mineral, si se aporta certificado no será obligatorio realizar control de procedencia. De no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen de producción, se tomarán cuatro (4) muestras y se determinará la densidad aparente, según NLT-176.

- Materiales:

- Ligante hidrocarbonado: el suministrador deberá aportar un certificado de calidad.
- Áridos: se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten alguna anomalía. Se vigilará altura de acopios, estado de sus separadores y accesos a los mismos. Con cada fracción de árido se realizará: análisis granulométrico, UNE-EN 933-3:2012; equivalente de arena, UNE-EN 933-8:2012+A1:2015; índice de azul de metileno, UNE-EN 933-9:2010+A1:2013; índice de lajas del árido grueso, UNE EN 933-3; proporción de partículas trituradas del árido grueso, UNE-EN 933-5:1999; proporción de impurezas del árido grueso, UNE EN 13043:2003; coeficiente de Los Ángeles, UNE-EN 1097-2:2010; coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso, UNE EN 13043:2003; densidad relativa y absorción del árido grueso y fino, UNE-EN 1097-6:2014.
- Polvo mineral de aportación: densidad aparente, según NLT-176.
- Ejecución:
- Fabricación: se tomarán diariamente un mínimo de dos (2) muestras, UNE-EN 932-1:1997, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y se harán análisis granulométricos del árido combinado, equivalente de arena e índice de azul de metileno. En centrales de mezcla continua, se calibrará diariamente el flujo de la cinta

suministradora. Se tomará diariamente al menos, una (1) muestra de la mezcla de áridos en caliente y se determinará su granulometría.

- Transporte: se tomarán muestras a la descarga del mezclador y se hará: control de aspecto de la mezcla y medición de temperatura; dosificación de ligante, UNE-EN 12697-1:2013; granulometría, UNE-EN 12697-2:2015.
 - Puesta en obra: antes de verter la mezcla del elemento de transporte en la tolva de la extendidora, se comprobará su aspecto y temperatura. Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, la composición y forma de actuación del equipo. Al terminar la compactación se medirá la temperatura en la superficie de la capa.
 - Compactación: se verificará que, el número y tipo de compactadores son los aprobados, el funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección, lastre y peso total de los compactadores y número de pasadas de cada compactador.
 - Producto terminado: se considerará como lote que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres criterios siguientes a una sola capa de mezcla bituminosa caliente: quinientos metros (500m), tres mil quinientos metros cuadrados (3500m²) o fracción construida diariamente. Para mezclas tipo F, se extraerán testigos, no menos de cinco (5), y se determinarán las dotaciones en peso o la densidad aparente y en el espesor de la capa. Para mezclas tipo M, con espesores iguales o superiores a dos centímetros y medio (2,5cm) se extraerán testigos, no menos de cinco (5) y se determinará su densidad y porcentaje de huecos. Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24h) de su ejecución mediante el índice de regulación internacional (IRI), medida de macrotextura superficial, NLT-335 y determinación de la resistencia al deslizamiento, NLT-336.
- Criterios de aceptación y rechazo:

La dotación media de mezcla del lote no deberá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo, cumpliendo que no más de dos individuos presenten resultados inferiores al noventa y cinco por ciento (95%) de la dotación media de mezcla especificada. El espesor medio del lote tampoco será inferior al previsto en Planos, cumpliendo que no más de dos individuos presenten resultados inferiores al noventa por ciento (90%) del espesor especificado. En los puntos donde no se cumplan las limitaciones de dotación o espesor, se repetirá la extracción de testigos y se harán ensayos de confirmación. Si estos ensayos superan los límites establecidos, el Director de las Obras, rechazará el lote.

19.4.2.8 Medición y abono:

La fabricación y puesta en obra de una capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua en caliente de pequeño espesor, se abonará por metros cuadrados (m²), obtenidos de la anchura y la longitud de la capa en Planos. Se incluirán áridos, polvo mineral, adiciones y operaciones de acopio, preparación, fabricación, puesta en obra y terminación. No serán de abono la crece lateral.

El ligante hidrocarbonado empleado en la fabricación de mezclas bituminosas discontinuas en caliente se abonará por toneladas (t), obtenidas multiplicando medición abonable de fabricación y puesta en obra por dotación media de ligante deducida de los ensayos de control de cada lote.

20. AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN

20.1 Aislamiento térmico y acústico:

Será de aplicación en este campo, lo que diga el Código Técnico de la Edificación en sus secciones:

- DB-SI: seguridad en caso de incendio.
- DB-HR: protección frente al ruido.
- DB-HE: ahorro de energía.

El comportamiento higrotérmico, el aislamiento acústico y la resistencia al fuego deben cumplir lo dicho en las anteriores normas.

Para los aislamientos de cubiertas, así como de tabiquería interior, nos referiremos a lo dicho en sus correspondientes capítulos.

20.2 Hidrofugantes e impermeabilizantes:

20.2.1 Hidrofugantes:

También llamados hidrófugos de superficie son productos líquidos que aplicados en capa delgada sobre paramentos de fábricas de hormigón, de mortero, de piedra o de otros materiales, obturan los poros superficiales y los protegen contra la succión capilar, haciéndolos resistentes a la humedad exterior.

Se clasifican en:

- Pinturas de siliconas: deben ser de resinas de siliconas y no otras pinturas a las que se les haya añadido una pequeña cantidad de aceite de silicona.
- Jabones minerales: los jabones aluminosos son en general superiores a los de calcio, y los estearatos son preferibles a los oleatos.
- Aceites pesados minerales.
- Aceites vegetales: en el caso del aceite de linaza, conviene preparar una disolución que contenga un cincuenta por ciento (50%) de esencia de trementina y aplicarla a sesenta u ochenta grados centígrados (60°C u 80°C) sobre la superficie seca del paramento.

La medición y abono, se realizará según lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

20.2.2 Impermeabilizantes:

Son productos, líquidos o viscosos, que, aplicados en capa delgada sobre paramentos de fábricas de hormigón, de mortero, piedra o de otros materiales, evitan la filtración de agua a través de la lámina que forman.

Se clasifican en:

- Silicatos y fluosilicatos en disolución acuosa, que al secarse forman una película dura e insoluble. Su aplicación se denomina silicatización y fluatación.
- Parafinas y ceras.
- Pinturas bituminosas.

20.2.2.1 Silicatización:

Se ejecuta con silicato de potasio de treinta y cinco grados (35º) de concentración, mezclado con vez y media, su volumen de agua, y aplicado en cantidad variables según la naturaleza y grado de porosidad del soporte. Como tipo para porosidad y grano medio, se empleará un kilogramo y medio (1,5Kg) por metro cuadrado (m²) de superficie. La aplicación se hará con brochas nuevas de crin, en dos o tres capas, dejando transcurrir entre capas, veinticuatro horas. Si es una obra nueva, la aplicación del silicato podrá hacerse directamente, mientras que si es obra antigua, se prepararán antes los paramentos, limpiándolos perfectamente y llegándose, si fuese necesario, a relabrarlos hasta llegar al vivo del soporte y facilitar la penetración del silicato. Queda prohibido el empleo de silicato de sosa, para evitar la formación de eflorescencias en los paramentos.

20.2.2.2 Fluatación:

Se ejecutará con fluosilicatos incoloros, si el soporte debe quedar en su tono natural. Para obtener coloraciones diversas, se usarán los de plomo, cobre, etc. Para endurecimientos corrientes, los mejores son los de cinc y magnesia. Para endurecimientos grandes, en los que se consigue una mayor impermeabilización, se usará el de alúmina. La aplicación se hará como en la silicatización. No se aplicará ninguna capa hasta que la anterior esté completamente seca. Veinticuatro horas después de la última capa, las superficies, deberán ser lavadas con gran cantidad de agua, para eliminar todo indicio de fluosilicato no fijado y evitar manchas superficiales.

20.2.2.3 Parafinas y ceras:

Podrá utilizarse:

Enlucido de mezcla de esencia de petróleo y cera, en la proporción de un litro (1l) de esencia por cada setenta y cinco gramos (75g) de cera blanca. Se empleará fundiendo previamente la cera y vertiendo sobre ella la esencia de petróleo, al empezar a enfriarse, calentándose después la mezcla al baño maría, hasta licuarla, inmediatamente antes de su empleo. Previa autorización del Director de las Obras, podrán enlucirse los paramentos con parafina y cera fundida. O sobre los paramentos bien secos, parafina disuelta el benzol.

20.2.2.4 Pinturas bituminosas:

Están formadas a base de alquitrán de hulla, de asfalto o de betunes asfálticos. La brea de alquitrán de hulla debe aplicarse sobre una imprimación de creosota. Deben cumplir las normas UNE 104203/2004, UNE 104202/1992 y UNE 104234/1992.

La medición y abono de todos ellos, se hará según lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

20.3 Impermeabilizaciones no asfálticas:

20.3.1 Materiales:

Se definen como láminas impermeables de polímeros, las láminas flexibles fabricadas con materiales poliméricos, termoplásticos o elastoméricos, con o sin armadura, de fibras sintéticas, que se emplean como elemento impermeable en obras de impermeabilización bidimensional.

Por el tipo de armadura o refuerzo:

- Láminas simples (no reforzadas).
- Láminas reforzadas con fibras sintéticas en forma de: fieltro (no tejido), tejido y enrejado o malla.

Por la naturaleza del material de base:

- Elastómeros.
- Termoplásticos.
- Polímeros con betún.

Las láminas deberán tener una superficie uniforme y estar libres de defectos tales como arrugas, burbujas, grietas y similares, y deben ser estancas al agua. En las láminas con armadura, ésta deberá estar insertada, 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.

Todas las láminas deberán tener un marcado de forma indeleble que especifique los siguientes términos: designación comercial y marca de fábrica, indicación del grupo y tipo del material de base, indicación del material de la armadura, en su caso, marca de calidad, si la tiene, de la entidad que la ampara, referencia a normas y año de fabricación.

20.3.2 Normativa:

- UNE-EN ISO 1183-1:2019: Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración. (ISO 1183-1:2019, Versión corregida 2019-05).
- UNE 53127/2002: Plásticos celulares. Determinación de las características de combustión de probetas en posición horizontal sometidas a una llama pequeña.

Las láminas de policloruro de vinilo plastificado (PVC) cumplirán las condiciones y las limitaciones de sus características, establecidas en las normas:

- UNE-EN ISO 24341:2012: Revestimientos de suelo resilientes y textiles. Determinación de la anchura, de la longitud y de la rectitud de las láminas. (ISO 24341:2006).
- UNE-EN 13956:2013: Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.
- UNE-EN ISO 527-3/2019: Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 3: Condiciones de ensayo para películas y hojas. (ISO 527-3:2018).

20.3.3 Medición y abono:

Las láminas se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie total ejecutada en proyección horizontal.

Las juntas de dilatación, se medirá la longitud total ejecutada en metros lineales (m).

20.4 Juntas y sellado:

20.4.1 Ejecución:

- Requisitos previos: los paramentos de fábrica y sus revestimientos estarán terminados. Las juntas tendrán sus bordes terminados, rectos y sin huecos, roturas o coqueras y estarán secas, totalmente limpias y exentos de grasa y partículas mal adheridas.
- Procesos y procedimientos: no se realizarán trabajos de sellado cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales, o cuando la temperatura ambiente sea menor de cinco grados centígrados (5°C) o mayor de cincuenta grados centígrados (50°C). Se cepillarán los bordes de la junta y se limpiará mediante aire comprimido. Se dará una mano de imprimación, en su caso, con materiales compatibles que debe cubrir toda la superficie del flanco de la junta. El material de sellado deberá llenar totalmente la junta, sin huecos, coqueras, o interrupciones.

- Terminaciones: presentarán líneas rectas, sin desvíos, o retallos y sin invadir los paramentos laterales. Las superficies quedarán limpias y alisadas.
- Conservación y mantenimiento: no se podrán someter a esfuerzos para los que no han sido previstas. Los daños producidos por cualquier causa se repararán inmediatamente. En caso de previsión de lluvias, se inspeccionarán las juntas reparándose en caso necesario.

21. ARQUETAS

Recipiente prismático para la recogida de agua de las cunetas o de las tuberías de drenaje y posterior entrega a un desagüe.

El material constituyente podrá ser hormigón, materiales cerámicos, piezas prefabricadas o cualquier otro, previsto en el Proyecto o aprobado por el Director de las Obras. Normalmente estará cubierta por una tapa o rejilla.

21.1 Materiales:

Con carácter general, todos los materiales usados en la construcción de las arquetas cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como en los artículos correspondientes del PG-3. En todo caso, se estará a lo dispuesto en la legislación vigente, en materia medioambiental, de seguridad y salud, de almacenamiento y de transporte de productos de construcción.

Habrán de cumplirse, además, las siguientes prescripciones específicas:

- Hormigón:
Código Estructural
Instrucción para la recepción de cementos.
Artículos "Hormigones" y "Obras de hormigón en masa o armado" del PG-3.
Los hormigones de limpieza y relleno deberán tener una resistencia característica mínima a compresión de doce megapascals y medio (12,5MPa) a veintiocho (28) días.
- Fábrica de ladrillo:
Artículo "Fábricas de ladrillo" del PG-3.
Los ladrillos serán macizos.
- Bloques de hormigón:
Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción.
- Piezas prefabricadas de hormigón:
Código Estructural.

Resistencia característica mínima a compresión de veinticinco megapascuales y medio (25,5MPa) a veintiocho (28) días.

El transporte, descarga y almacenamiento, se realizará cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

21.2 Ejecución:

Requerimientos comunes a las arquetas, cualquiera que sea su función, son los siguientes:

- Las tolerancias en las dimensiones del cuerpo de las arquetas no serán superiores a diez milímetros (10mm) con respecto a lo especificado en los planos del Proyecto.
- La solera será de hormigón en masa o armado, y su espesor no será inferior a veinte centímetros (20cm). No será de calidad inferior al que se usen para los alzados, cuando éstos se construyan de este material. En cualquier caso, la resistencia a compresión a los veintiocho (28) días, del hormigón que se vaya a emplear, no debe ser inferior a doscientos kilopondios por centímetro cuadrado (200Kp/cm²).
- Los alzados contruidos "in situ", podrán ser de hormigón en masa o armado, o bien de fábrica de ladrillo macizo. Su espesor no podrá ser inferior a diez centímetros (10cm) para los de hormigón armado, veinte centímetros (20cm) si fuesen de hormigón en masa y veinticinco centímetros (25cm) para los de fábrica de ladrillo.
- Las superficies interiores, serán lisas y estancas. Para asegurar la estanquidad de la fábrica de ladrillo, las superficies serán revestidas de un enfoscado bruñido de dos centímetros (2cm) de espesor.
- Las conexiones de tubos y cunetas se efectuarán a las cotas indicadas en los planos del Proyecto, de forma que los extremos de los conductos queden enrasados con las caras interiores de los muros.
- La unión de los tubos a las obras de fábrica se realizará de manera que permita la impermeabilidad y adherencia a las paredes.
- La parte superior de la obra se dispondrá de tal manera que se eviten los derrames del terreno circundante sobre ella o a su interior.
- Las tapas o rejillas se ajustarán al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes. Se diseñarán para que puedan soportar el paso del tráfico y se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento.
- En el caso, de que el Proyecto lo requiera, se realizarán pruebas de estanquidad.
- El relleno de trasdós de la fábrica se ejecutará, en general, con material procedente de la excavación, de acuerdo con el artículo 332 "Rellenos localizados" del PG-3, o con hormigón, según se indique en el Proyecto.
- Deberán colocarse, en las tuberías rígidas, juntas lo suficientemente elásticas, y a una distancia no superior a cincuenta centímetros (50cm) de la pared de la obra de fábrica, antes y después de acometer a la misma, para evitar, que, como consecuencia de los asientos, se produzcan daños en la tubería o en la unión de la tubería con la obra.

21.3 Forma y dimensiones:

La forma y dimensiones de las arquetas, así como, los materiales a utilizar serán los definidos en el Proyecto.

Las tapas o rejillas se ajustarán al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes. Se diseñarán para que puedan soportar el paso del tráfico y se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento.

Deben ser de fácil limpieza, proscribiéndose las arquetas no registrables.

El fondo deberá adaptarse a las necesidades hidráulicas y, en su caso, de visitabilidad. Deberán asegurar la continuidad de la corriente de agua. Se dispondrán areneros donde sea necesario, o se asegurará que las aguas arrastren los sedimentos, en su defecto.

21.3.1 Tipos:

21.3.1.1 *Arqueta a pie de bajante:*

Resuelve el enlace de la bajante de aguas residuales o pluviales con una red horizontal enterrada. Pueden construirse "in situ" o prefabricadas.

21.3.1.2 *Arqueta "in situ".*

Las dimensiones mínimas son 40x40cm con la altura necesaria para el acoplamiento de la bajante al colector; el cambio de dirección de la bajante debe ser suave. Si la profundidad es inferior o igual a cincuenta centímetros (50cm), las dimensiones en planta pueden ser 40x40cm, si la profundidad de la arqueta está comprendida entre cincuenta y noventa centímetros (50 - 90cm) las dimensiones mínimas son 70x70 cm.

La solera de la arqueta se ejecuta con hormigón y pendiente superior o igual al dos por ciento (2%). La bajante acometerá a la arqueta con un ángulo que nunca podrá ser inferior a 90º en planta.

Las tapas de las arquetas deben quedar enrasadas con la cota de pavimento acabado. Se ejecutan en hormigón, fundición, plásticos, acero inoxidable y en versión pavimentable que permite acabado de suelos igual al del local.

21.3.1.3 Arqueta de paso.

Se emplea en la red de colectores enterrada para la resolución de:

- Encuentros entre distintos ramales con o sin modificación del diámetro de entrada y salida.
- Cambios de dirección en planta.
- Registros de la red en tramos rectos cada quince o veinte metros (15 o 20m) y como máximo veinticinco (25m).
- Cambios de pendiente del colector y cambio del diámetro.

A cada cara de la arqueta no debe acometer más que un solo colector y el ángulo de acceso en planta, permitirá la circulación fluida del agua (ángulos iguales o superiores a 90°).

21.4 Normativa:

- UNE-EN 1561:2012 Fundición. Fundición gris.
- UNE-EN 1563:2019 Fundición. Fundición de grafito esferoidal.

21.5 Medición y abono:

Las arquetas se abonarán por unidades realmente ejecutadas.

Salvo indicación en contra del Proyecto, el precio incluirá la unidad de obra completa y terminada, incluyendo excavación, relleno del trasdós y elementos complementarios.

22. POZOS

22.1 Pozos de registro:

Arquetas visitables de más de un metro y medio (1,5m) de profundidad.

El material constituyente podrá ser hormigón, materiales cerámicos, piezas prefabricadas o cualquier otro, previsto en el Proyecto o aprobado por el Director de las Obras. Normalmente estará cubierta por una tapa o rejilla.

22.1.1 Materiales:

Con carácter general, todos los materiales usados en la construcción de las arquetas cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como en los artículos

correspondientes del PG-3. En todo caso, se estará a lo dispuesto en la legislación vigente, en materia medioambiental, de seguridad y salud, de almacenamiento y de transporte de productos de construcción.

Habrán de cumplirse, además, las siguientes prescripciones específicas:

- Hormigón:
Código Estructural.
Instrucción para la recepción de cementos.
Artículos "Hormigones" y "Obras de hormigón en masa o armado" del PG-3.
Los hormigones de limpieza y relleno deberán tener una resistencia característica mínima a compresión de doce megapascuales y medio (12,5MPa) a veintiocho (28) días.
- Fábrica de ladrillo:
Artículo "Fábricas de ladrillo" del PG-3.
Los ladrillos serán macizos.
- Bloques de hormigón:
Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción.
- Piezas prefabricadas de hormigón:
Código Estructural.
Resistencia característica mínima a compresión de veinticinco megapascuales y medio (25,5MPa) a veintiocho (28) días.
El transporte, descarga y almacenamiento, se realizará cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

22.2 Ejecución:

Requerimientos comunes a los pozos de registro, cualquiera que sea su función, son los siguientes:

- Las tolerancias en las dimensiones del cuerpo de las arquetas no serán superiores a diez milímetros (10mm) con respecto a lo especificado en los planos del Proyecto.
- La solera será de hormigón en masa o armado, y su espesor no será inferior a veinte centímetros (20cm). No será de calidad inferior a la que se usen para los alzados, cuando éstos se construyan de este material. En cualquier caso, la resistencia a compresión a los veintiocho (28) días, del hormigón que se vaya a emplear, no debe ser inferior a doscientos kilopondios por centímetro cuadrado (200Kp/cm²).
- Los alzados contruidos "in situ", podrán ser de hormigón en masa o armado, o bien de fábrica de ladrillo macizo. Su espesor no podrá ser inferior a diez centímetros (10cm) para los de hormigón armado, veinte centímetros (20cm) si fuesen de hormigón en masa y veinticinco centímetros (25cm) para los de fábrica de ladrillo.
- Las superficies interiores, serán lisas y estancas. Para asegurar la estanquidad de la fábrica de ladrillo, las superficies serán revestidas de un enfoscado bruñido de dos centímetros (2cm) de espesor.

- Las conexiones de tubos y cunetas se efectuarán a las cotas indicadas en los planos del Proyecto, de forma que los extremos de los conductos queden enrasados con las caras interiores de los muros.
- La unión de los tubos a las obras de fábrica se realizará de manera que permita la impermeabilidad y adherencia a las paredes.
- La parte superior de la obra se dispondrá de tal manera que se eviten los derrames del terreno circundante sobre ella o a su interior.
- Las tapas o rejillas se ajustarán al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes. Se diseñarán para que puedan soportar el paso del tráfico y se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento.
- En el caso, de que el Proyecto lo requiera, se realizarán pruebas de estanquidad.
- El relleno de trasdós de la fábrica se ejecutará, en general, con material procedente de la excavación, de acuerdo con el artículo 332 "Rellenos localizados" del PG-3, o con hormigón, según se indique en el Proyecto.
- Deberán colocarse, en las tuberías rígidas, juntas lo suficientemente elásticas, y a una distancia no superior a cincuenta centímetros (50cm) de la pared de la obra de fábrica, antes y después de acometer a la misma, para evitar, que, como consecuencia de los asentos, se produzcan daños en la tubería o en la unión de la tubería con la obra.

Requerimientos comunes a los pozos, cualquiera que sea su función, son los siguientes:

- Estanquidad al agua.
- Paredes lisas interiores.
- Ángulos diedros redondeados.
- Tapa hermética al paso de gases y olores, desmontable o con dispositivo de registro para limpieza y resistente a las cargas en superficie.
- Paso de los tubos estanco.
- Resistencia al efluente y a los posibles gases.
- Alteración mínima del régimen hidráulico de circulación del agua.

Se dispondrán obligatoriamente pozos de registro que permitan el acceso para su inspección y limpieza:

- En los cambios de alineación y de pendiente de la tubería.
- En las uniones de los colectores o ramales.
- En los tramos rectos de tubería en general a una distancia máxima de cincuenta metros (50m). Esta distancia máxima podrá elevarse hasta setenta y cinco metros (75m) en función de los métodos de limpieza previstos.

Si fuese preciso construirlos por alguna circunstancia de mayor diámetro, habrá que disponer elementos partidores de altura cada tres metros (3m) como máximo. Podrán emplearse también pozos de registro prefabricados siempre que cumplan las dimensiones interiores, estanquidad y resistencia exigidas a los no prefabricados.

22.3 Normativa:

UNE-EN 1559-1:2011 Fundición. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Generalidades.

22.4 Medición y abono:

Los pozos se abonarán por unidades realmente ejecutadas.

Salvo indicación en contra del Proyecto, el precio incluirá la unidad de obra completa y terminada, incluyendo excavación, relleno del trasdós y elementos complementarios (tapa, cerco, pates...)

23. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

23.1 Tuberías de fundición dúctil

23.1.1 Normativa y Generalidades

Las tuberías de fundición tendrán que cumplir las siguientes normativas para su uso adecuado:

- UNE-EN 545: Tuberías y accesorios en fundición y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.
- ISO 8179-1: Tuberías de fundición dúctil. Revestimiento externo de zinc. Parte 1: Zinc metálico y capa de acabado.
- UNE-EN 681-1: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías utilizadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- ISO 7005-2: Bridas metálicas. Parte 2: Bridas de fundición
- UNE EN 9002: Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación.

Estas tuberías son coladas por centrifugación en molde metálico y van provistos de una campana en el interior de la cual se encuentra un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta a la unión entre las tuberías.

Este tipo de unión es de un diseño tal que proporciona una serie de características funcionales como desviaciones angulares, aislamiento eléctrico entre tubos, buen comportamiento frente a la inestabilidad del terreno, etc...

23.1.2 Almacenaje de la tubería

El almacenaje de los tubos ha de ser plano, evitando los terrenos pantanosos, los terrenos inestables y los suelos corrosivos.

A la llegada al lugar de acopio se verificarán los suministros y si estos presentan daños tendrán de repararse antes de almacenarlos.

Se almacenarán tubos por diámetros en montones homogéneos y estables. De la misma manera se procederá con el resto de piezas y accesorios, utilizando separadores de madera suficientemente resistentes y de buena calidad. Se recomienda siempre reducir al máximo el tiempo de almacenaje tomándose precauciones con tubos con revestimientos especiales.

23.1.3 Cortado de los tubos:

Se utilizará una radial. siendo posible también utilizar un corta-tubos de moletas.

Para los grandes diámetros se utilizará una sierra neumática, pudiéndose utilizar a la vez como cortadora y chaflanadora.

En tuberías entre DN 60 y DN 300 el corte podrá realizarse sobre los 2/3 de la longitud de la tubería a partir del extremo liso.

En tuberías entre DN 350 y DN 2000 antes de proceder al corte de la tubería será necesario comprobar con el circómetro que el diámetro exterior medido es inferior a DE+1mm. De esta manera se comprueba la compatibilidad con las dimensiones del enchufe o la contrabrida previstos.

23.2 Tubos de PEAD

El radio mínimo, tanto en planta como alzado, será 50 veces el diámetro exterior del tubo. De manera excepcional y en puntos singulares podrá admitirse un radio mínimo-minimorum de 20 veces el diámetro exterior del tubo.

La soldadura entre tubos se realizará a tope por termopresión. Ésta consiste en unir las caras, previamente refrentadas y calentadas, de los extremos de los tubos mediante la aplicación de una presión durante un tiempo mínimo determinado.

Los parámetros básicos de una soldadura por termofusión son la temperatura, la presión aplicada y el tiempo.

La máquina de fusión a tope (manual, semi-automática o automática) será de marca reconocida y estará cualificada para realizar este tipo de soldadura.

En ausencia de norma española específica las soldaduras de PE 100 se ajustarán a lo que indican las normas europeas de experiencia satisfactoria contrastada como son la italiana (UNI 9737), la alemana (DVS 2203) o la inglesa (WIS UK 4.32.08).

Las soldaduras de PE 100 serán realizadas por personal capacitado u homologado para este trabajo.

23.3 Ejecución:

23.3.1 Transporte y manipulación:

La manipulación de los tubos en fábrica y transporte a obra deberá hacerse sin que sufran golpes o rozaduras. Se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras, y en general, se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia. Para el transporte los tubos se colocarán en el vehículo en posición horizontal y paralelamente a la dirección del medio de transporte. Cuando se trata de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Director de las Obras, el procedimiento de descarga en obra y manipulación de los tubos.

No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el tubo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del tubo no quede dañada.

Es conveniente la suspensión por medio de bridas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado.

Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los tubos no se golpeen entre si o contra el suelo. Los tubos se descargarán, a ser posible cerca del lugar donde deben ser colocados en la zanja, y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de tubos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el cincuenta por ciento de la de prueba.

Se recomienda, siempre que sea posible, descargar los tubos al borde de zanja, para evitar sucesivas manipulaciones. En el caso de que la zanja no estuviera abierta todavía se colocarán los tubos, siempre

que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación y de tal forma que queden protegidos del tránsito, de los explosivos, etc.

En caso de tubos de hormigón recién fabricados no deben almacenarse en el tajo por un período largo de tiempo en condiciones que puedan sufrir secados excesivos o fríos intensos. Si fuera necesario hacerlo se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales en los tubos.

23.3.2 Zanjas para alojamiento de las tuberías:

23.3.2.1 Profundidad de las zanjas:

La profundidad mínima de las zanjas y sin perjuicio de consideraciones funcionales, se determinará de forma que las tuberías resulten protegidas de los efectos del tráfico y cargas exteriores, así como preservadas de las variaciones de temperatura del medio ambiente. Para ello, el Proyectista deberá tener en cuenta la situación de la tubería (según sea bajo calzada o lugar de tráfico más o menos intenso, o bajo aceras o lugar sin tráfico), el tipo de relleno, la pavimentación si existe, la forma y calidad del lecho de apoyo, la naturaleza de las tierras, etc. Como Norma general bajo las calzadas o en terreno de tráfico rodado posible, la profundidad mínima será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a un metro (1m) de la superficie; en aceras o lugares sin tráfico rodado puede disminuirse este recubrimiento a sesenta centímetros (60cm). Si el recubrimiento indicado como mínimo no pudiera respetarse por razones topográficas, por otras canalizaciones, etc., se tomarán las medidas de protección necesarias.

Las conducciones de saneamiento se situarán en plano inferior a las de abastecimiento, con distancias vertical y horizontal entre una y otra no menor a un metro (1m), medido entre planos tangentes, horizontales y verticales a cada tubería más próxima entre sí. Si estas condiciones no pudieran mantenerse justificadamente o fuera preciso cruces con otras canalizaciones, deberán adoptarse precauciones especiales.

23.3.2.2 Anchura de las zanjas:

El ancho de la zanja depende del tamaño de los tubos, profundidad de la zanja, taludes de las paredes laterales, naturaleza del terreno y consiguiente necesidad o no de entibación, etc. Como Norma general, la anchura mínima no debe ser inferior a setenta centímetros (70cm) y se debe dejar un espacio de veinte centímetros (20cm) a cada lado del tubo según el tipo de juntas. Al proyectar la anchura de la zanja se tendrá en cuenta si su profundidad o la pendiente de su solera exigen el montaje de los tubos con medios auxiliares especiales (pórticos, carretones, etc.)

23.3.2.3 Apertura de las zanjas:

Se recomienda que no transcurran más de ocho (8) días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

En el caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberá dejar sin excavar unos veinte centímetros (20cm) sobre la rasante de la solera para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

23.3.2.4 Realización de la zanja:

Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, perfectamente alineadas en planta y con la rasante uniforme, salvo que el tipo de junta a emplear precise que se abran nichos. Estos nichos del fondo y de las paredes no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación.

Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto elementos rígidos tales como piedras, rocas, fábricas antiguas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en general en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas o propiedades, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales, en su caso.

El material procedente de la excavación se apilará lo suficientemente alejado del borde de las zanjas para evitar el desmoronamiento de éstas o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores. En el caso de que las excavaciones afecten a pavimentos, los materiales que puedan ser usados en la restauración de los mismos deberán ser separados del material general de la excavación.

El relleno de las excavaciones complementarias realizadas por debajo de la rasante se regularizará dejando una rasante uniforme. El relleno se efectuará preferentemente con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que el tamaño máximo de esta no exceda de dos centímetros. Se evitará el empleo de tierras inadecuadas. Estos rellenos se apisonarán cuidadosamente y se regularizará la superficie. En el caso de que el fondo de la zanja se rellene con arena o grava los nichos para las juntas se efectuarán en el relleno. Estos rellenos son distintos de las camas de soporte de los tubos y su único fin es dejar una rasante uniforme.

Cuando por su naturaleza el terreno no asegure la suficiente estabilidad de los tubos o piezas especiales, se compactará o consolidará por los procedimientos que se ordenen y con tiempo suficiente. En el caso

de que se descubra terreno excepcionalmente malo se decidirá la conveniencia de construir una cimentación especial (apoyos discontinuos en bloques, pilotajes, etc.)

23.3.2.5 Clasificación de los terrenos:

A los efectos del presente Pliego los terrenos de las zanjas se clasifican en las tres calidades siguientes:

- Estables: terrenos consolidados, con garantía de estabilidad. En este tipo de terreno se incluyen, los rocosos, los de tránsito, los compactos y análogos.
- Inestables: terrenos con posibilidad de expansiones o de asentamientos localizados, los cuales, mediante un tratamiento adecuado, pueden corregirse hasta alcanzar unas características similares a las de los terrenos estables. En este tipo de terreno se incluyen, las arcillas, los rellenos y otros análogos.
- Excepcionalmente inestables: terrenos con gran posibilidad de asentamientos, de deslizamientos o fenómenos perturbadores. En esta categoría se incluyen los fangos, arcillas expansivas, los terrenos movedizos y análogos.

23.3.2.6 Acondicionamiento de la zanja:

De acuerdo con la clasificación anterior se acondicionarán las zanjas de la siguiente manera:

- Terrenos estables: en este tipo de terrenos se dispondrá una capa de gravilla o de piedra machacada, con un tamaño máximo de veinticinco milímetros (25mm) y mínimo de cinco milímetros (5mm) a todo lo ancho de la zanja con espesor de un sexto del diámetro exterior del tubo y mínimo de diez centímetros (10cm). Excepcionalmente cuando la naturaleza del terreno, y las cargas exteriores lo permitan, se podrá apoyar la tubería directamente sobre el fondo de la zanja.
- Terrenos inestables: se dispondrá sobre todo el fondo de la zanja una capa de hormigón pobre, con espesor de quince centímetros (15cm). Sobre esta capa se situarán los tubos dispuestos en una cama de hormigón de resistencia característica no inferior a ciento veinticinco kilopondios por centímetro cuadrado (125Kp/cm²), de forma que el espesor entre la generatriz inferior del tubo y la capa de hormigón pobre tenga quince centímetros (15cm) de espesor. El hormigón se colocará hasta que la cama de apoyo corresponda a un ángulo de ciento veinte grados (120º) sexagesimales en el centro del tubo. Para tubos de diámetro inferior a sesenta centímetros (60cm) la cama de hormigón podrá sustituirse por una cama de arena dispuesta sobre la capa de hormigón, con un espesor mínimo de diez centímetros (10cm). Mientras que para los de un diámetro superior a mil quinientos milímetros (1500mm), el hormigonado debe ser a ciento ochenta grados (180º) sexagesimales.
- Terrenos excepcionalmente inestables: se tratarán con disposiciones adecuadas en cada caso, siendo criterio general procurar evitarlos, aún con aumento del presupuesto.

23.3.2.7 Montaje de los tubos:

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán éstos y se apartarán los que presenten deterioros.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán nuevamente para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acodarlos con un poco de material de relleno para impedir su movimiento. Cada tubo deberá centrarse perfectamente con su adyacente. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación. Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, para ello es buena práctica montar los tubos en sentido ascendente asegurando el desagüe en los puntos bajos.

Al interrumpirse la colocación de la tubería se evitará su obstrucción y se asegurará su desagüe, procediendo, no obstante, esta precaución, a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

23.3.2.8 Relleno de la zanja:

Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa del Director de las Obras.

Generalmente no se colocarán más de cien metros (100m) de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para protegerlos en lo posible de los golpes.

Una vez colocada la tubería, el relleno de las zanjas se compactará por tongadas sucesivas. Las primeras tongadas hasta unos treinta centímetros (30cm) por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas con diámetros superiores a dos centímetros (2cm) y con un grado de compactación no menor del noventa y cinco por ciento (95%) del Próctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los veinte centímetros (20cm) y con un grado de compactación del cien por cien (100%) del Proctor Normal.

Cuando los asientos previsibles de las tierras de relleno no tengan consecuencias de consideración, se podrá admitir el relleno total con una compactación al noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Normal.

Si se utilizan para el relleno de la zanja materiales sin cohesión libremente drenantes, tales como arenas y gravas, deben compactarse hasta alcanzar una densidad relativa no menor del setenta por ciento (70%), o del setenta y cinco por ciento (75%), cuando la compactación exigida en el caso de relleno cohesivo sea del noventa y cinco por ciento (95%), o del cien por cien (100%), del Proctor Normal, respectivamente.

Se tendrán especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, de forma que no produzcan movimientos de las tuberías. No se rellenarán las zanjas, normalmente, en tiempo de grandes heladas o con material helado.

Cuando por circunstancias excepcionales en el montaje de la tubería tengan que colocarse apoyos aislados deberá justificarse y comprobarse el comportamiento mecánico, habida cuenta la presencia de tensiones de tracción. Por otra parte, la forma de enlace entre tubería y apoyo se ejecutará de manera que se garantice el cumplimiento de las hipótesis del proyecto.

23.4 Control de ejecución:

23.4.1 Pruebas en fábrica y control De calidad de los tubos:

La Administración se reserva el derecho de realizar en fábrica, por medio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control de las diversas etapas de fabricación, según las prescripciones de este Pliego. A estos efectos, el contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a la fabricación de los tubos deberá hacer constar este derecho de la Administración en su contrato con el fabricante.

Cuando se trate de elementos fabricados expresamente para una obra, el fabricante avisará a la Dirección Técnica de la Obra, con quince días de antelación como mínimo de comienzo de la fabricación y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

La Dirección Técnica de la Obra, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuaron de forma satisfactoria los ensayos y que los materiales utilizados en la fabricación cumplieron las especificaciones correspondientes. Este certificado podrá sustituirse por un sello de calidad reconocido oficialmente.

23.4.2 Aceptación o rechazo de los tubos:

La Dirección Técnica de la Obra, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la realización de ensayos sobre lotes, aunque hubiesen sido ensayados en fábrica para lo cual el Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estos ensayos, de los que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellos prevalecerán sobre cualquier otro anterior.

Clasificado el material por lotes, los ensayos se efectuarán sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Cuando una muestra no satisfaga un ensayo se repetirá este mismo sobre dos (2) muestras más del lote ensayado. Si también falla uno de estos ensayos, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambos es bueno, con excepción del tubo defectuoso ensayado.

23.4.3 Pruebas por tramos:

Se deberá probar al menos el diez por ciento (10%) de la longitud total de la red, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fije otra distinta. La Dirección Técnica de la Obra determinará los tramos que deberán probarse.

Una vez colocada la tubería de cada tramo, construidos los pozos y antes del relleno de la zanja, el Contratista comunicará al Director de las Obras, que dicho tramo está en condiciones de ser probado. Éste último, en el caso de que decida probar ese tramo fijará la fecha, en caso contrario autorizará el relleno de la zanja.

La prueba se realizará obturando la entrada de la tubería en el pozo de aguas abajo y cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua; se llenará completamente de agua la tubería y el pozo de aguas arriba del tramo a probar. Transcurridos treinta minutos del llenado se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no ha habido pérdida de agua. Todo el personal, elementos y materiales necesarios para la realización de las pruebas serán por cuenta del Contratista. Excepcionalmente, el Director de las Obras, podrá sustituir este sistema de prueba por otro suficientemente constatado que permita la detección de fugas. Si se aprecian fugas durante la prueba, el Contratista las corregirá procediéndose a continuación a una nueva prueba. En este caso el tramo en cuestión no se tendrá en cuenta para el cómputo de la longitud total a ensayar.

23.4.4 Revisión general:

Una vez finalizada la obra y antes de la recepción provisional, se comprobará el buen funcionamiento de la red vertiendo agua en los pozos de registro de cabecera o, mediante las cámaras de descarga si existiesen, verificando el paso correcto de agua en los pozos registro aguas abajo.

El Contratista suministrará el personal y los materiales necesarios para esta prueba.

23.5 Limpieza y desinfección

Tras la instalación de las conducciones, ya sea de las nuevas o la sustitución de las existentes, deben desinfectarse mediante lavado/enjuagado y/o utilizando desinfectantes.

El agua con el que se realice la limpieza debe de ser agua potable y tanto su suministro como el posterior tratamiento del agua empleada respetará el medio ambiente.

23.5.1 Preparación para la desinfección

23.5.1.1 Especificaciones generales

En primer lugar, se separará el tramo o tramos a desinfectar de la red de agua potable en servicio. En casos específicos, puede admitirse no aislar las partes afectadas en la red de servicio, siempre que se deba por ser un tramo corto de conducción, considerando como tal aquella menor de 100 m y para diámetros pequeños, como puedan ser de acometidas. En estos casos, se debe prestar atención a que no pueda existir migración de agua del tramo en proceso de desinfección hacia la red en servicio.

23.5.1.2 Equipo para las operaciones de desinfección

Todo equipo utilizado en las operaciones de desinfección debe ser adecuado con los objetivos del tratamiento de agua potable.

23.5.2 Elección del desinfectante

La utilización de desinfectante debe efectuarse respetando, donde sean aplicables, las directivas de la UE y reglamentos AELC, asimismo deben observarse las reglamentaciones nacionales y locales.

La elección del desinfectante debe considerar factores como la vida útil del producto y la facilidad de utilización (probabilidad de accidentes al personal y al medio ambiente). Además, la elección debe hacerse en función del tiempo de contacto necesario y de ciertos aspectos cualitativos del agua, como por ejemplo: el pH y la dureza del agua.

Todo producto químico utilizado para la desinfección de las redes de agua debe ser conforme a los requisitos para productos químicos utilizados en el tratamiento del agua, en aplicación de las normas nacionales, transponiendo normas europeas cuando estén disponibles.

23.5.3 Procedimientos de desinfección

23.5.3.1 Especificaciones generales

Están permitidos los métodos de desinfección siguientes:

- Método por lavado (enjuagado) con agua potable sin adición de desinfectante, con o sin inyección de aire.
- Método estático utilizando agua potable, con adición de desinfectante.
- Método dinámico utilizando agua potable con adición de desinfectante.

La duración mínima de contacto dependerá del diámetro, la longitud, el material de la conducción, así como las condiciones de instalación del tramo a desinfectar.

Se debe asegurar que la solución de agua potable y desinfectante no puede filtrarse a la red de abastecimiento de agua potable en servicio.

23.5.3.2 Procedimiento de lavado (enjuagado)

Efectuar el lavado con agua potable. Se indicará la velocidad, duración mínima de la operación y si se requiere o no la inyección de aire.

23.5.3.3 Procedimiento estático

Se efectúa la desinfección permitiendo a la solución desinfectante permanecer en el tramo de conducción totalmente llena. Para este caso se especificará la concentración de desinfectante a utilizar y la duración mínima de contacto con el material.

Lo habitual es que esta desinfección se realice en combinación con la prueba principal de presión de las conducciones. En ese caso, el tramo en proceso de desinfección debe estar físicamente aislado de la red de agua potable en servicio. Cualquier procedimiento de desinfección debe evitar el riesgo de daños al medio ambiente.

23.5.3.4 Procedimiento dinámico

En este caso, se efectúa la desinfección haciendo pasar un volumen de la solución desinfectante a través del tramo de conducción completamente lleno. Para este caso se debe especificar el volumen, velocidad de circulación y concentración de la solución desinfectante.

23.5.3.5 Procedimiento adaptado

El proceso de desinfección seleccionado para este proyecto es de tipo estático. Se considera para la desinfección un contenido de 1,4 gr de hipoclorito por m³ de agua, el posterior vaciado de la tubería y análisis del cloro residual hasta que el resultado de los análisis sea el óptimo para el consumo humano. El agua sobrante tras la limpieza se llevará a gestor autorizado para su neutralización.

23.6 Normativa:

- UNE-EN ISO 14713: cuestiones de diseño que se deben tener en cuenta para obtener un recubrimiento adecuado y de calidad
- UNE 36097-1/1981: Redondo liso para hormigón armado. Características.
- UNE 36097-2/1981: Redondo liso para hormigón armado. Condiciones de inspección y/o recepción.

Se podrá utilizar como referencia siempre que no se oponga a ninguna disposición del CTE la siguiente documentación:

- NTE-ISA Normas Tecnológicas de la Edificación. Instalaciones. Salubridad. Alcantarillado.
- NTE-ISD Normas Tecnológicas de la Edificación. Instalaciones. Salubridad. Depuración y vertido.
- NTE-ISS Normas Tecnológicas de la Edificación. Instalaciones. Salubridad. Saneamiento.

23.7 Medición y abono:

Se abonará por metro lineal (ml) realmente instalado, medido según las especificaciones de la DO, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.

Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado, así como codos para los cambios de dirección. Asimismo, se incluyen los gastos asociados a la realización de las pruebas a llevar a cabo a la tubería instalada.

24. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

24.1 Especificaciones generales

Todas las instalaciones eléctricas cumplirán la reglamentación oficial vigente y las normas de la compañía suministradora en el momento que se lleve a efecto el montaje.

En los casos en los que la reglamentación oficial así lo requiera para la legalización de la instalación, se deberá disponer del correspondiente Proyecto visado por un técnico competente.

Para la puesta en servicio de la instalación serán imperativos la conformidad al suministro de la Compañía suministradora de energía, el Acta de Puesta en Servicio de centros de transformación, líneas

eléctricas de media tensión y demás instalaciones que lo requieran, así como el Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión, otorgadas por la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

El Adjudicatario realizará una correcta coordinación de protecciones, la misma estará suficientemente documentada y comprenderá todas y cada una de las protecciones eléctricas en los diferentes niveles de tensión, así como, de selectividad en los diferentes circuitos.

24.2 Forma de abono de las instalaciones y equipos

24.2.1 Equipos

Los equipos industriales, las máquinas o elementos y las instalaciones que constituyendo una unidad en sí formen parte de la instalación general, se medirán por unidades según figuren en el Cuadro de Precios.

Estos precios se refieren siempre a la unidad colocada, probada y en perfectas condiciones de funcionamiento.

La medición de la obra ejecutada en esta clase de unidades de obra en un momento dado, será la suma de las partidas siguientes:

- El 65% del total de la unidad cuya fabricación se hace en talleres, cuando hayan sido recibidos por la Dirección de Obra la nota de aceptación del control de calidad, los certificados de materiales y pruebas correspondientes a los casos establecidos y se haya recibido la unidad de que se trate en los almacenes de la obra.
- El 10% de la unidad una vez instalada en obra.
- El 15% del total de la unidad cuando haya sido probada en obra.
- El 10% restante cuando se realice la Recepción de las obras.

Para las unidades cuya fabricación o construcción se realiza en obra, los sumandos serán los siguientes:

- El 75% del total de la unidad cuando esté totalmente instalada.
- El 15% del total de la unidad cuando haya sido probada.
- El 10% restante cuando se realice la Recepción de las obras.

En estos precios unitarios se consideran incluidas las ayudas de albañilería y oficios necesarios para su total acabado y montaje.

24.2.2 Líneas de alimentación, distribución, mando y señalización

Las canalizaciones subterráneas para BT se medirán por metro (m) realmente instalado, incluyendo la parte proporcional de mermas y recortes, y se abonarán, atendiendo al tipo de terreno en el que se ejecute, por aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios.

En el caso de canalizaciones de superficie se medirán por metro (m) realmente ejecutado y se abonarán por aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios.

Las cajas, prensaestopas y cajas de registro se medirán por unidad (ud) instalada en obra y se abonarán por aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios.

El cable se medirá por metro (m) realmente instalado, en función de su tipo, nivel de aislamiento (kV), sección (mm²), cubierta, y forma de instalación (bajo tubo, en el interior de conductos, instalación volada o grapada) y se abonará por aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios.

Los mecanismos de baja tensión se abonarán mediante la aplicación del precio que corresponda de los que figuren en el Cuadro de Precios.

25. PARTIDAS ALZADAS

Es de aplicación lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

Son partidas del presupuesto correspondientes a la ejecución de una obra o de una de sus partes en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (Partida alzada de abono íntegro).
- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios elementales, o unitarios, existentes, o los Precios Contradictorios en caso de que no sea así, a mediciones reales cuya definición resultara imprecisa en la fase de proyecto (Partida alzada a justificar).

En el primer caso la partida se abonará completa tras la realización de la obra en ella definida y en las condiciones especificadas mientras que en el segundo supuesto sólo se certificará el importe resultante de la medición real, siendo discrecional para la Dirección de la obra, la disponibilidad y uso total o parcial de las mismas sin que el Contratista tenga derecho a reclamación por este concepto.

Las partidas alzadas tendrán el mismo tratamiento que el indicado para los precios unitarios y elementales, en cuanto a su clasificación (ejecución material y base de licitación), conceptos que comprenden, repercusión del coeficiente de baja de adjudicación respecto del tipo de licitación y fórmulas de revisión.

La descripción de las partidas alzadas recogidas en el proyecto son las siguientes:

- Partida alzada de abono íntegro para la puesta en marcha. Esta se refiere a la puesta en marcha con una duración de dos meses, con el caudal de tratamiento medio diario, incluyendo los costes fijos y variables.

26. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, EN RELACIÓN CON LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA

26.1 CON CARÁCTER GENERAL

26.1.1 Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

Obligaciones del Productor de Residuos (Art. 4 del RD 105/2008)

- Incluir en el Proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos, el cual ha de contener como mínimo:
 - Estimación de los residuos que se van a generar.
 - Las medidas para la prevención de estos residuos.
 - Las operaciones encaminadas a la posible reutilización, valorización o eliminación de estos residuos.
 - Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento de la obligación indicada en el artículo 5.5 del RD 105/2002.
 - Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
 - Posteriormente, estos planos podrán ser adaptados a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
 - Pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y separación.
 - Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos en capítulo específico.
- En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos, así como prever 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 de residuos autorizado. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

- Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la licencia, en relación con los residuos.

Obligaciones del Poseedor de Residuos (Art. 5 del RD 105/2008)

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una gestión eficaz 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. En resumen, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el Promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión en caso de que decida asumirla él mismo. Si no fuera así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entregara a un intermediario que únicamente ejerce funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quién 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, se deben mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si dicha selección hubiere sido necesaria, siguiendo los criterios expuestos en el artículo 5.5 del RD 105/2008. Si el Poseedor de los residuos no pudiese realizar estas tareas de separación por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final un documento que acredite que éste ha realizado dichas operaciones.
- Debe sufragar los costes de gestión y entregar al Productor (Promotor) los certificados y demás documentación acreditativa. 5. En todo momento cumplirá 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.
- Debe seguirse 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.

26.1.2 Certificación de los medios empleados:

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

26.1.3 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 un buen aspecto.

26.2 CON CARÁCTER PARTICULAR

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

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro.

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, según la normativa vigente.

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 al mismo. 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 el medio humano, técnico 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.

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 de la Consejería de Medio Ambiente, 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 regirá 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.

Los restos de lavado de canaletas y de cubas de hormigoneras serán tratados como escombros y gestionados, por tanto, por gestor autorizado.

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 puedan tener uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenada 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.

26.3 PROMOCIÓN DE LAS MEDIAS DE REUTILIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS RESIDUOS

La empresa constructora deberá potenciar el uso de materiales reciclables o reutilizables según el catálogo de residuos utilizables en la construcción (Ministerio de Medio Ambiente).

Para ello, el adjudicatario de las obras procederá a la realización de un minucioso estudio de todos los materiales utilizados en la obra; estableciendo un Plan de Gestión para cada uno de ellos con sus posibilidades de reciclado y reutilización. Dicho Plan se presentará a la Dirección Facultativa para su aprobación y se complementará con los certificados del proceso de procedencia de materiales y justificación de los mismos.

Una importante parte de estos productos tendrá su origen en los materiales derivados de las propias actividades de construcción de la empresa: maderas de encofrado, cintas de balizamiento, etc.), según el catálogo de residuos utilizables en la construcción (Ministerio de Medio Ambiente) y otros se derivarán del empleo de materiales procedentes de la propia obra.

Se realizará el acopio del material de obra en empresas legalmente constituidas y con los permisos ambientales necesarios.

Se prestará atención al transporte, manipulación y empleo de los materiales, que se realizará sin que éstos vean alteradas sus propiedades ni sufran deterioro.

En el suministro de materiales éstos deberán estar convenientemente etiquetados conforme a la legislación vigente, en especial los productos peligrosos (Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos y la Orden PRE/3/2006, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento). Se dará preferencia a aquellos que se provean en la zona de obras con la menor cantidad posible de embalaje. Se pedirá un análisis de laboratorio independiente del material de suministro a las empresas que finalmente resulten suministradoras.

En obra, se promoverá la valorización de los residuos. Para ello se reutilizarán o reciclarán los materiales y productos susceptibles de ser recuperados o reutilizados; se realizará el acopio selectivo de cierto tipo de residuos para su reutilización directa o indirecta:

Material constructivo: los materiales sobrantes de demolición pueden ser directamente utilizados como material de relleno, sub-bases de carreteras o pavimento en vías temporales.

Metales (restos de materiales utilizados en la construcción) para su reciclado por gestor autorizado, mediante reincorporación por un proceso de fusión y conformación de un nuevo elemento.

Maderas (restos de materiales utilizados en los encofrados, vallado, u otros) para su reutilización en la propia obra, en otras obras o su reciclado por gestor autorizado, mediante trituración e incorporación en forma de virutas o en granos para fabricar aglomerados.

Plásticos (restos de PVC, polietileno u otros, y embalajes plásticos en general) para su reutilización como envases, etc.

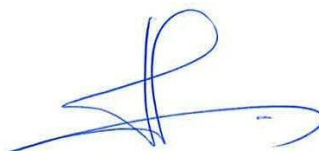
Madrid, febrero de 2024

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Pablo Hernández Lehmann
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos,
Colegiado nº 18.774

Examinado y Conforme, el Director del
Proyecto



Fdo.: Luis Tito López Núñez

Validado por el Jefe de Área de
Proyectos:



Fdo.: Daniel Gálvez Cruz

Conforme el Subdirector de Proyectos,
Obras y Explotación:



Fdo.: José Piñero Aneiros

VºBº, el Director Técnico



Fdo.: Jerónimo Moreno Gayá