MPL: XX0-3A029
DOC: 29BOS0002

PROYECTO BÁSICO DEL ATI-100 DE CNC

Realizado:

Javier González García

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 34819

28 de julio de 2023

SERVICIO TÉCNICO

	APROBADO	Vº Bº
SIGLAS		
FIRMA	Esteban Montoro de Frutos	Fernando Turrion
FECHA		

Firmado digitalmente por Javier González García
Fecha: 2023.07.28 12:20:33 +02'00'

ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA 6

1.1 AGENTES 6
1.2 INFORMACIÓN PREVIA 7
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
1.3.1 Acometidas necesarias y servicios afectados 14
1.3.2 Superficie útil y superficie construida 19
1.3.3 Accesos a la instalación 19
1.3.4 Usos de la instalación 23
1.3.5 Instalaciones de almacenamiento y control de la instalación 25
1.3.6 Criterios de cargas y diseño 25
1.4 CAPACIDAD DE USO PREVISTA 29
1.5 PRESTACIONES DE LA INSTALACIÓN (INCLUYENDO ELEMENTOS EXISTENTES COMPARTIDOS CON ATI-24) 29
1.5.1 Edificios auxiliares 29
1.5.2 Zona de hormigonado de contenedores 30
1.5.3 Instalación eléctrica y alumbrado 30
1.5.4 Sistema de Comunicaciones 33
1.5.5 Protección contra incendios PCI 33
1.5.6 Sistema de vigilancia radiológica 35
1.5.7 Sistema de protección contra descargas atmosféricas 35
1.5.8 Sistema de HVAC 36

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA 37

2.1 SUSTENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN 37
2.1.1 Estudio Geotécnico del Emplazamiento del ATI-100 37
2.1.2 Sismología 42
2.1.3 Hidrogeología 43
2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL PREVISTO 44
2.2.1 Zona de almacenamiento 44
2.2.2 Rampa de acceso a la zona de almacenamiento de contenedores 49
2.2.3 Explanada de maniobras 50

2.3 SISTEMA ENVOLVENTE, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO. 51
2.3.1 Red de drenaje 51
2.3.2 Urbanización 53
2.3.3 Parcela auxiliar 54
3. CUMPLIMIENTO DEL CTE. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO 57
4. REFERENCIAS 58
5. NORMATIVA APLICABLE AL PROYECTO DEL ATI-100 60
6. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO 64
7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación del ATI-24 en CNC. Vista general 8

Figura 1-2. Ubicación del ATI-24, ATI-100 y disposición de vallados 8

Figura 1-3. Componentes principales del ATI-100 9

Figura 1-4. Implantación del ATI-24 y del ATI-100. Vista general del conjunto..... 10

Figura 1-5. Ubicación parcela auxiliar del ATI-100..... 12

Figura 1-6. Disposición de vallados del ATI-100 13

Figura 1-7: Elementos principales del ATI-100 de CNC..... 14

Figura 1-8. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 1. Vallados y canalizaciones genéricas..... 16

Figura 1-9. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 2. Canalizaciones eléctricas 17

Figura 1-10. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 3. Instrumentación y control..... 17

Figura 1-11. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 4. Pluviales 18

Figura 1-12. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 5. Elementos singulares 18

Figura 1-13. Recorrido desde el Edificio de Combustible hasta el ATI-100 20

Figura 1-14. Viales del ATI-24 y ATI-100 21

Figura 1-15. Plano XX0-6A339. Vallados de los ATI-100 y ATI-24 23

Figura 1-16. Áreas de cobertura de pararrayos existentes en la zona y nuevo pararrayos del ATI-100 36

Figura 2-1. Distribución de los sondeos para la caracterización del ATI-100. Coordenadas y cotas topográficas del terreno 38

Figura 2-2. Planta conjunta ATI-100 y ATI-24 con los perfiles del terreno realizados.. 38

Figura 2-3. Ubicación de los sondeos para la caracterización del ATI-100. Coordenadas y cotas topográficas del terreno. Piezómetros S-46 y S-47 (en azul)..... 43

Figura 2-4.Sección muro Oeste existente (cotas en metros) 47

Figura 2-5. Sección muro Sur existente de altura variable (en la figura h=6,5 m, altura máxima del tipo de muro) (cotas en metros) 47

Figura 2-6. Perfil muro Sur existente a recrecer parcialmente hasta altura h=2m 48

Figura 2-7. Sección muro sur (cotas en metros) 48

Figura 2-8. Sección muro norte y este (en la figura h= 5 m, altura máxima del tipo de muro) (cotas en metros) 49

Figura 2-9. Zona de ampliación de pavimento de hormigón en la explanada de maniobras (sombreada y rodeada en rojo)..... 51

Figura 2-10. XX0-6A392 Plano de drenajes interiores y pluviales del ATI-100 (Ref 30) 52

Figura 2-11. Recorrido desde el Edificio de Combustible hasta el ATI-100 54

Figura 2-12. Ubicación del ATI-24, ATI-100 y parcela auxiliar 55

Figura 2-13. Ubicación parcela auxiliar y representación de elementos a disponer 55

Figura 2-14. Situación actual parcela auxiliar..... 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Combinaciones de carga para las losas de almacenamiento 28
Tabla 2-1. Ensayos campaña geotécnica en el emplazamiento del ATI-100 37
Tabla 2-2. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG-1 Conglomerados 39
Tabla 2-3. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG-2.1_Li 40
Tabla 2-4. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG-2.1_Co 40
Tabla 2-5. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG-2.2 41
Tabla 2-6. Medidas del nivel freático detectado. Sondeos S-46 y S-47 41
Tabla 2-7. Características terreno cimentación zona ATI 42
Tabla -2-8. Medidas del nivel freático realizadas ATI-100 43

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 AGENTES

El presente proyecto consiste en la redacción del Proyecto del ATI-100 (Almacén Temporal Individualizado), en la Central Nuclear de Cofrentes, T.M. Cofrentes (Valencia). El encargo ha sido realizado por IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR, S.A.

Promotor:

- IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.

Proyectista:

- Javier González García en nombre de Boslan Ingeniería y Consultoría S.L.

El ingeniero redactor del proyecto es Javier González García, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Nº colegiado 34819.

1.2 INFORMACIÓN PREVIA

El VI Plan General de Residuos Radiactivos (en adelante, PGRR) (Ref 1) vigente en el que se presentan las estrategias y actuaciones a llevar a cabo en España en los distintos campos de la gestión de los residuos radiactivos y desmantelamiento, contempla, en relación con la gestión del combustible gastado y los residuos de alta actividad, la puesta en marcha de un Almacén Temporal Centralizado (en adelante, ATC). Asimismo, en caso de que no estuviera disponible el ATC en las fechas de necesidad de almacenamiento del combustible gastado de cualquier central española, prevé alternativas de almacenamiento individualizado como solución transitoria.

En el año 2017, y ante la previsible saturación de las piscinas de combustible gastado, ENRESA en colaboración con la Central Nuclear de Cofrentes, activó el Proyecto del Almacén Temporal Individualizado (en adelante, ATI-24), con objeto de poder liberar espacio en las piscinas y permitir la continuidad de la operación. ENRESA adquirió un total de 15 contenedores HI-STAR 150 que permitirán almacenar suficiente combustible gastado para continuar la operación hasta la recarga 2027 momento en el que volverían a saturarse las piscinas del edificio de combustible si no se adquieren más contenedores u otro sistema de almacenamiento. Por otro lado, el ATI-24 se diseñó y licenció para albergar 24 contenedores tipo HI-STAR 150 de 52 elementos combustibles cada uno.

Ante la previsible indisponibilidad del ATC a medio plazo, ENRESA ha iniciado el proceso de adquisición de un nuevo sistema de almacenamiento de combustible gastado, común para todas las CCNN españolas, para el 100% de capacidad del combustible gastado durante la explotación de las centrales más los residuos especiales de desmantelamiento, y que se implantará dentro del emplazamiento de cada Central Nuclear.

De esta forma se permitirá, no sólo la continuidad de la operación hasta el cese de la actividad de producción eléctrica prevista en 2030, sino también el vaciado posterior de todo el combustible de las piscinas permitiendo así el paso de titularidad de las Centrales a ENRESA.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene por objeto la construcción de la nueva instalación ATI-100 (Almacén Temporal Individualizado) en la Central Nuclear de Cofrentes (CNC) que servirá para el almacenamiento de los contenedores con capacidad para el 100% del combustible gastado durante la explotación de CNC.

El ATI-100 será una instalación a la intemperie ubicada en el emplazamiento de la Central Nuclear de Cofrentes junto al ATI-24 existente y al este del mismo, dentro de la zona bajo el control del explotador, en un área próxima a las torres de refrigeración de tiro natural, al norte del emplazamiento de la central. En la Figura 1-1 y Figura 1-2, se muestra la disposición del ATI-24 de CNC dentro del emplazamiento (en rojo) y se indica la zona donde se ubicará el ATI-100 (en azul).

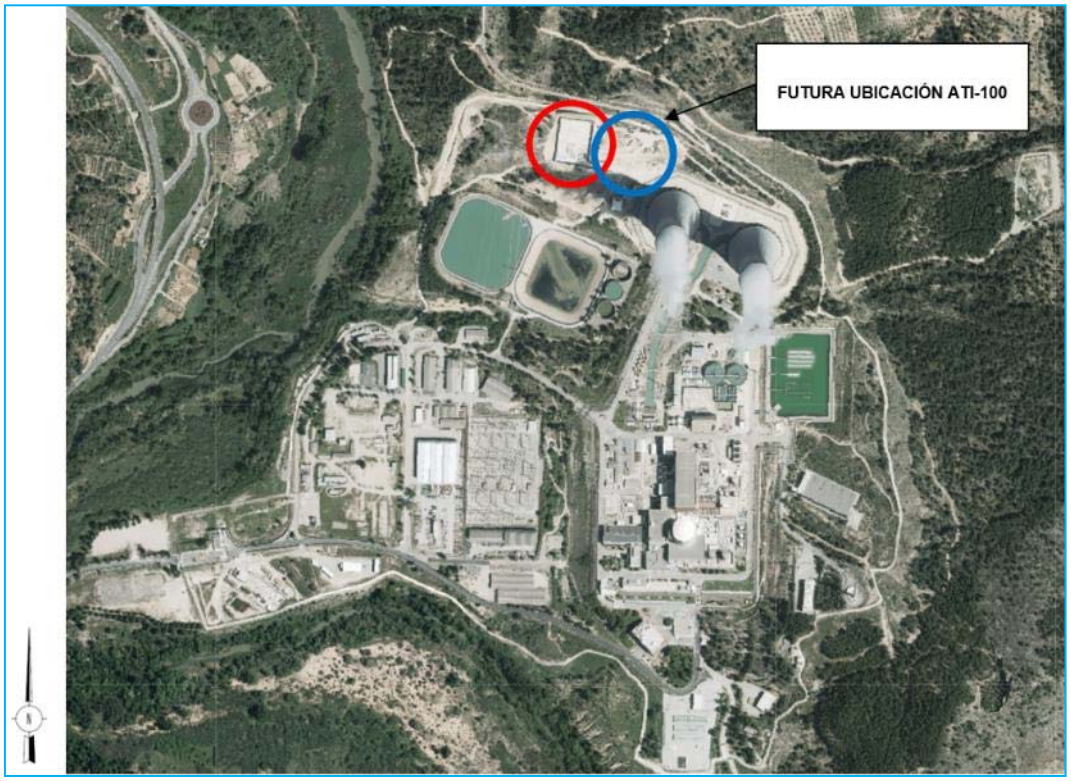


Figura 1-1. Ubicación del ATI-24 en CNC. Vista general

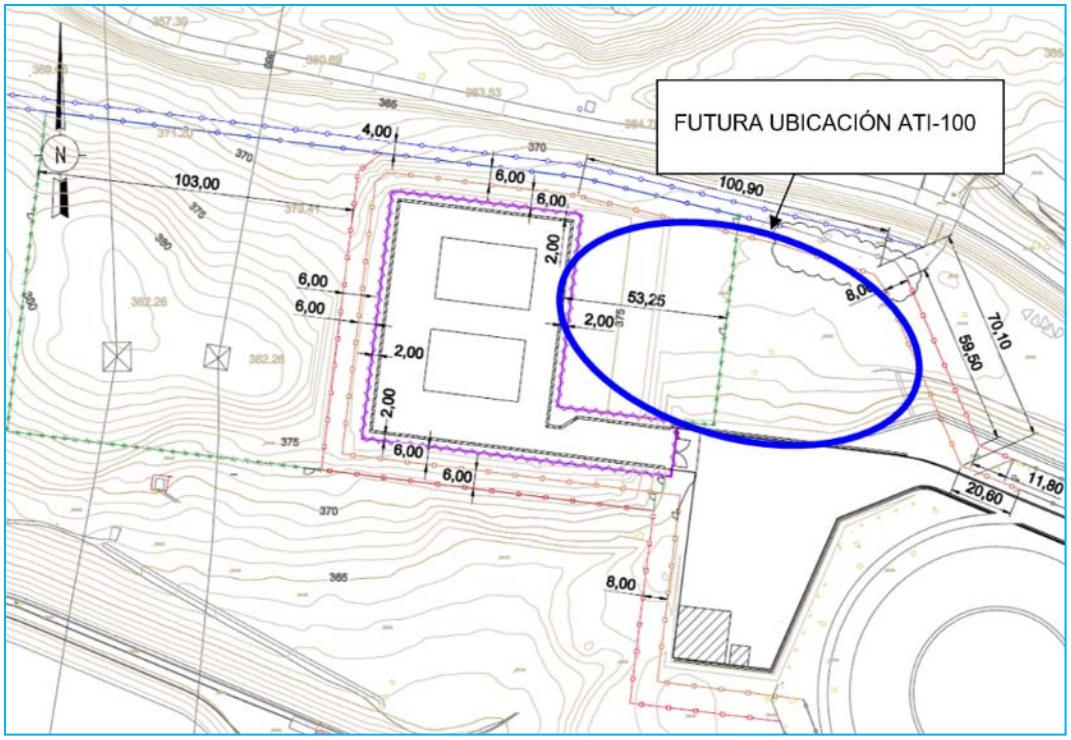


Figura 1-2. Ubicación del ATI-24, ATI-100 y disposición de vallados

El ATI-100 se ubicará junto al ATI-24, dando lugar a la posibilidad de producir sinergias por el empleo de la infraestructura ya existente desarrollada para la operación del ATI-24. Así, el edificio de control, el edificio auxiliar del ATI, la explanada de maniobras y los viales de acceso serán elementos compartidos en la operación y mantenimiento del ATI-24 y del ATI-100.

La explanada de maniobras, que como ya se ha indicado también se comparte con el ATI-24, se ampliará hacia el oeste para disponer de espacio adicional para instalaciones auxiliares del ATI-100. Para ello, en la construcción del ATI-100 deberá modificarse el doble vallado de área protegida de manera que encierre a la nueva parcela auxiliar.

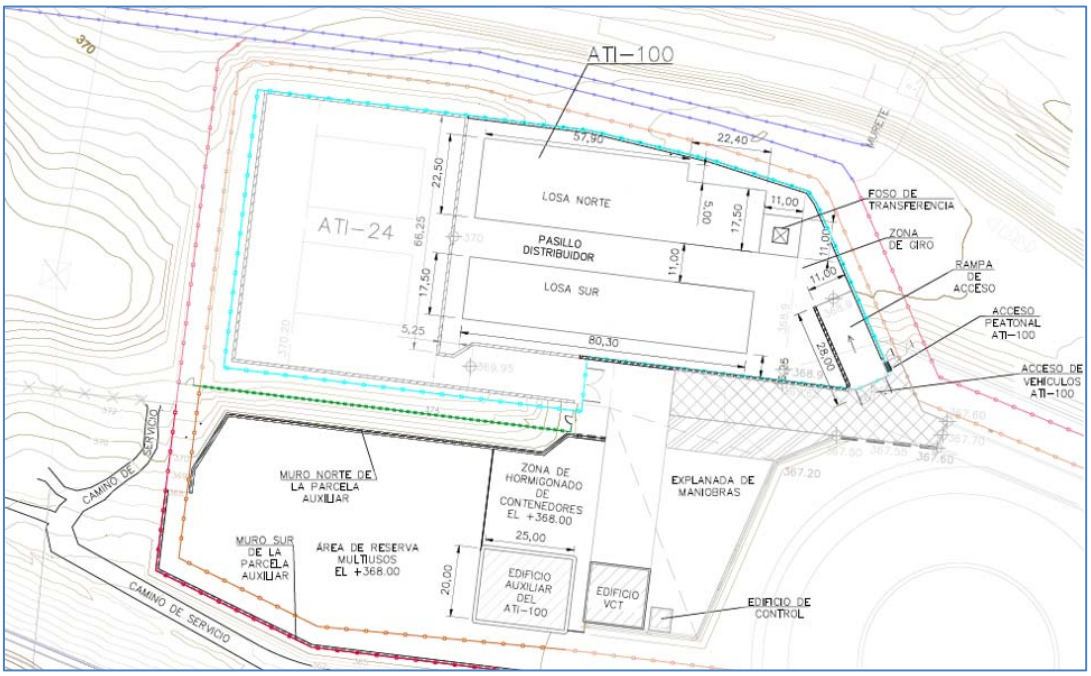


Figura 1-3. Componentes principales del ATI-100



Figura 1-4. Implantación del ATI-24 y del ATI-100. Vista general del conjunto

La zona de implantación de la instalación en su estado natural es una explanada con poco relieve a una cota media de +373,50 m delimitada en su flanco sur por un talud de aproximadamente 4 m de altura, y en su flanco oeste lindando con el actual ATI-24, un talud muy suave de 2 metros de altura. Así, el terreno sobre el que se ejecutará la instalación se encuentra entre las cotas +376,00 m y +368,00 m.

El ATI-100 constará, fundamentalmente, de una zona de almacenamiento con dos losas de hormigón armado donde disponer los contenedores de combustible gastado, un foso de transferencia de contenedores al este de la losa norte, un pasillo distribuidor ubicado entre las dos losas de contenedores y una superficie pavimentada perimetral.

En las losas se podrán disponer a la intemperie, verticalmente y sin anclajes, hasta 85 contenedores de doble propósito con capacidad cada uno para 89 elementos combustibles (ECs) repartidos en filas paralelas entre las dos losas (52 contenedores ubicados sobre la losa norte y 33 contenedores ubicados sobre la losa sur), lo que resulta en una capacidad suficiente para albergar junto al ATI-24 existente la totalidad del combustible gastado generado durante la operación de la Central Nuclear de Cofrentes. El área de las losas es de aproximadamente 1700 m^2 para la losa norte y de 1400 m^2 para la losa sur. De esta forma, la superficie útil total de las losas de almacenamiento de contenedores es de 3100 m^2. La cota de finalización de las losas sísmicas sobre las que se dispondrán los contenedores será la cota +370,00 en su extremo oeste, descendiendo hacia el este con una pendiente del 1,14% y quedando por encima por tanto de la cota inundable de la central (+367,41, apartado 2.4.4.4 del EFS (Ref 2)).

Ubicado entre las dos losas de almacenamiento de contenedores se dispondrá un pasillo distribuidor pavimentado de hormigón que permitirá tanto la circulación de los medios de transporte y manipulación de los contenedores, como las maniobras para la colocación de los mismos en las losas de almacenamiento. Esta superficie será de aproximadamente 880 m^2 y al igual que las losas de contenedores, su superficie acabada discurrirá desde la cota +370,00 en su extremo oeste, descendiendo hacia el este con una pendiente del 1,14% y quedando por encima por tanto de la cota inundable de la central (+367,41, apartado 2.4.4.4 del EFS (Ref 2)).

Ubicado al sureste de la losa norte de almacenamiento se dispondrá el foso de transferencia de contenedores. Este elemento, con base y muros perimetrales de hormigón armado y dimensiones aproximadas (L x B x H) 11 x 11 x 2,5 m, permitirá la operación de cambio de módulo de transporte al de almacenamiento de los contenedores previo a su disposición final en las losas de almacenamiento y se situará bajo la cota del pavimento.

El acceso a la zona de contenedores se realizará desde el extremo noreste de la explanada de maniobras del ATI a través de un acceso en rampa de pendiente media aproximada del 4,5% desde la cota +367,65 hasta la cota +368,90, siendo esta última la cota aproximada que presentará la explanada en su encuentro con la rampa de acceso debido a la pendiente del 1,14% para el drenaje superficial dispuesta en sentido oeste-este. La longitud de dicha rampa, con pavimento y muros paralelos de hormigón armado de altura variable comprendida entre 1 y 5 metros, será de 28 m, mientras que su anchura será de 11 m.

Adicionalmente se dispondrá a la cota variable de la explanada de contenedores un pavimento de hormigón armado que conecte el acceso hasta el foso de transferencia y el pasillo distribuidor situado entre las losas de contenedores. La cota de finalización del pavimento perimetral, al igual que para las losas de contenedores y el pasillo distribuidor, será la cota +370,00 en su extremo oeste, descendiendo hacia el este con una pendiente del 1,14% y quedando igualmente por encima de la cota inundable de la central (+367,41, apartado 2.4.4.4 del EFS (Ref 2)).

Toda la zona de almacenamiento estará rodeada por un muro perimetral de hormigón armado. La altura de dicho muro varía en función de su ubicación, variando entre 6 y 3 m de altura en el lado norte, entre 5 m y 2 m de altura en el lado este y entre 6 m y 2 m en el lado sur de la zona de contenedores. Respecto al muro en su lado oeste y parcialmente en el lado sur, se emplearán respectivamente el muro existente del ATI-24 de 6,5 m de altura (6 m de altura libre) y el muro norte del pasillo de conexión de altura variable entre 6,5 m y 0,5 m que separarán ambos ATI. Para ello, será necesario retirar las tierras del trasdós del muro, manteniendo el relleno sobre la zapata hasta la cota +370,00. Además, en el lado sur será necesario realizar el recrecido de muro hasta los 2 m en aquellos tramos en los que el muro existente presenta una altura inferior a esta.

En la explanada de la parcela auxiliar de nueva ejecución al sur del ATI actual, formada con el relleno procedente de la excavación del ATI-100 a la cota +368,00 con el fin de dar continuidad a la explanada existente para dotar a la instalación del ATI-100 de infraestructuras y espacios auxiliares, se dispondrán:

- Edificio auxiliar del ATI-100: situado en la esquina sureste de la parcela auxiliar, será un edificio de estructura metálica con capacidad de almacenaje suficiente para poder albergar los equipos, útiles y elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación del ATI-100.
- Superficie de hormigonado de contenedores: situado en la esquina noreste de la parcela auxiliar, será una explanada de hormigón sobre la que se realizarán las operaciones de ejecución del *overpack* de hormigón de los contenedores HI-STORM FW previo a su traslado al foso de transferencia del ATI-100.
- Superficie de reserva: situada en el centro y oeste de la parcela auxiliar, será una explanada sobre la que poder realizar acciones relativas al proyecto ATI-100.

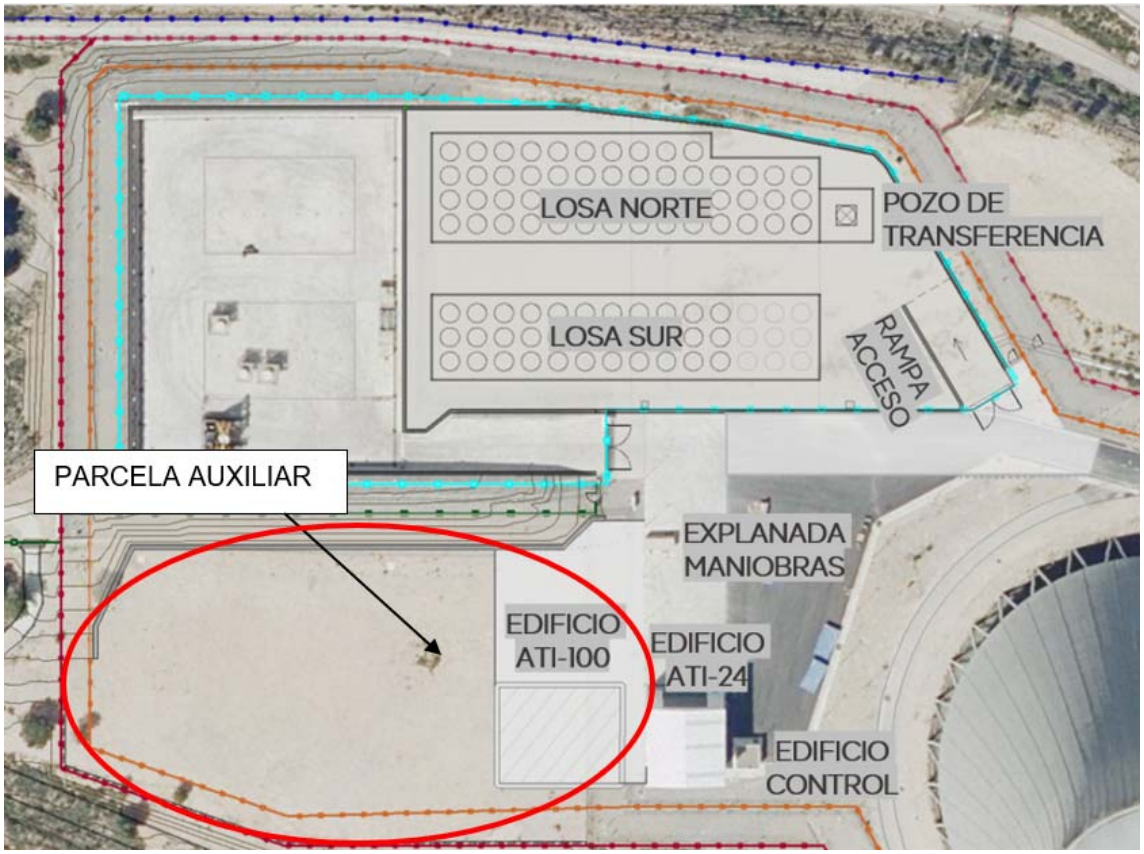


Figura 1-5. Ubicación parcela auxiliar del ATI-100

Así, la superficie total de la zona de actuación considerando las zonas de almacenamiento, transferencia y accesos, será de aproximadamente 6700 m^2, más 6000 m^2 adicionales de la parcela auxiliar de nueva ejecución. La superficie correspondiente a losas de almacenamiento de contenedores y el pasillo distribuidor será de 3980 m^2 y el pavimento perimetral y la rampa de acceso serán de aproximadamente 2720 m^2.

El ATI-100 de CNC contará con un sistema de vallados de protección física del área de almacenamiento de acuerdo con los requisitos de la Guía de Seguridad 8.01 (Ref 3) y

de vallados de protección radiológica para delimitar las distintas zonas radiológicas definidas de acuerdo con el artículo 16 del RPSRI (Ref 3). Estos vallados son:

- Un vallado de Área Vital para el control de accesos al área de almacenamiento de contenedores. El vallado, situado a 2 m y sobre el muro perimetral dependiendo de su ubicación alrededor del ATI-100, conectará con el vallado de área vital del ATI-24 formando una única área, y dispondrá de un acceso para personas y vehículos.

- Un vallado de protección radiológica cuya función será establecer la separación entre la zona de Libre Acceso y la Zona Controlada.

- El doble vallado de área protegida de CNC, que se modificará para incluir la nueva explanada auxiliar.

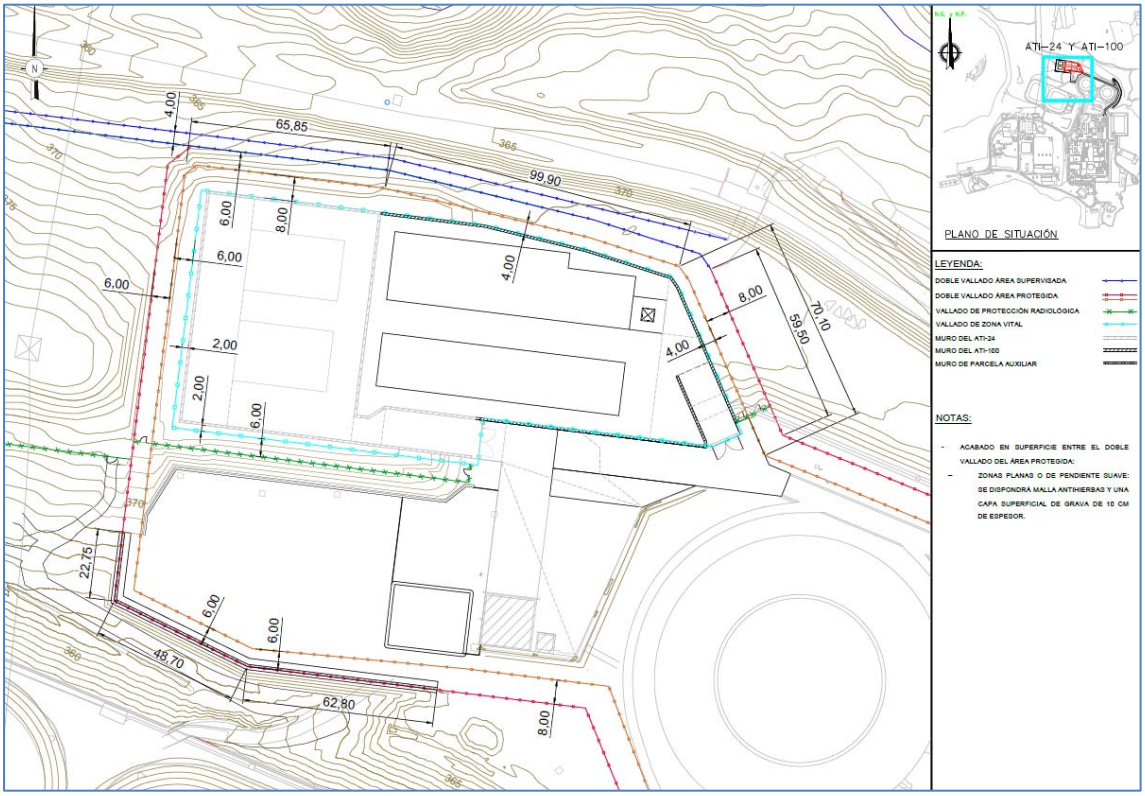


Figura 1-6. Disposición de vallados del ATI-100

Debido a su ubicación, el ATI-100 compartirá con el ATI-24 los siguientes elementos existentes de la instalación:

- Explanada de maniobras
    - Superficie que permite las operaciones de recepción, volteo y transporte de contenedores hasta la zona de almacenamiento. Esta explanada será modificada para permitir la circulación del VCT hasta el acceso al ATI-100, sustituyendo parte del aglomerado asfáltico existente por una

superficie de hormigón armado que permita el acceso a la rampa que conecta con la zona de almacenamiento de contenedores.

- Vial de acceso
  - Vial que permite el transporte de contenedores desde el edificio de combustible de CNC.
- Edificio Auxiliar del ATI
  - Edificio que alberga al VCT y los medios auxiliares necesarios para las operaciones de recepción, volteo y transporte de contenedores hasta la zona de almacenamiento.
- Edificio de Control del ATI
  - Edificio que albergará, entre otros, los cuadros eléctricos y sistemas del ATI-100.
- Edificio auxiliar del ATI-100
  - Edificio que podrá permitir el almacenamiento de los equipos, útiles y elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación del ATI-100.

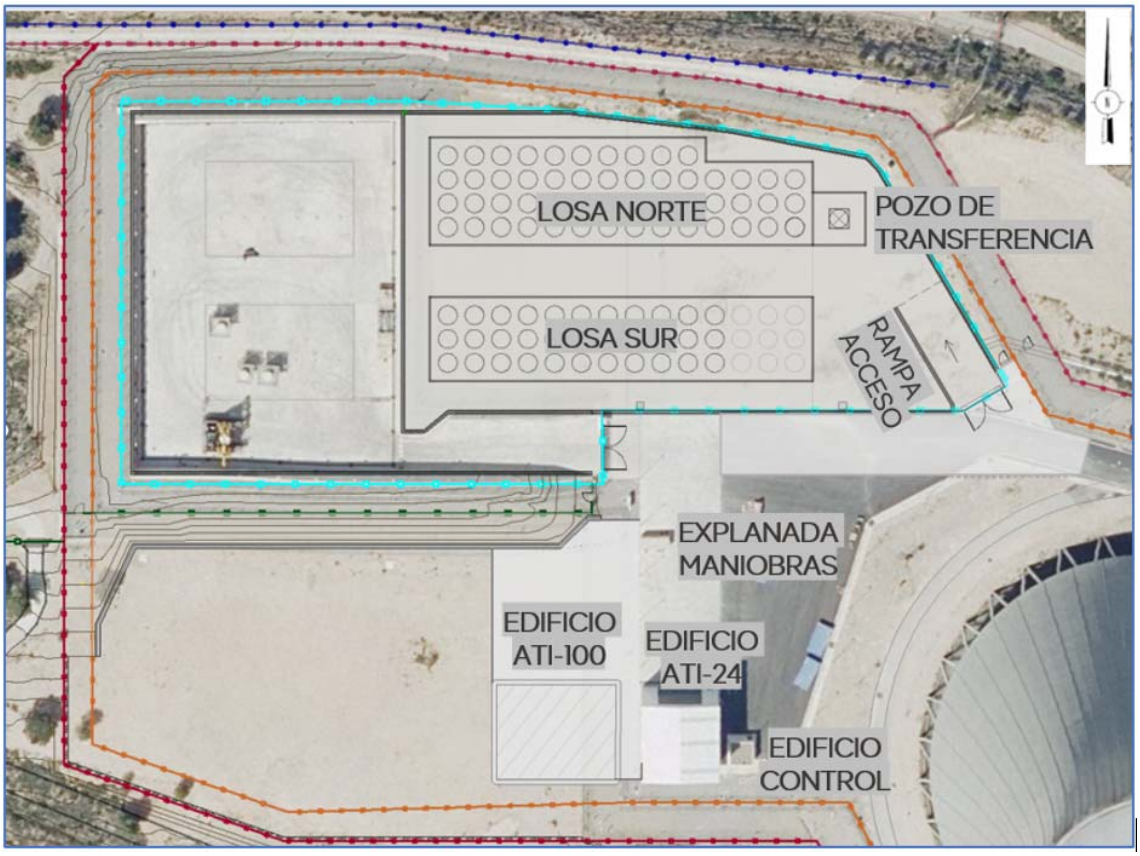


Figura 1-7: Elementos principales del ATI-100 de CNC

1.3.1 Acometidas necesarias y servicios afectados

Las principales modificaciones que se deberán realizar en Planta para dar servicio a la instalación serán las siguientes:

- Acometida para suministro eléctrico y alumbrado a la instalación → Conexión a cuadros eléctricos existentes en el Edifico de Control del ATI.
- Acometida para suministro de agua de PCI a la instalación → Disponible hidrante al sur de la explanada de maniobras.
- Acometida al sistema de recogida de pluviales, drenaje, colectores, drenes y arquetas para la correcta recogida y conexión con la red general de pluviales de la central.
- Acometida para el sistema de vigilancia radiológica de la instalación y su integración en el sistema de vigilancia radiológica de la propia central.
- Acometida para el sistema de megafonía y comunicaciones.

Los principales servicios afectados por la actuación son:

- Vallados y sistemas de seguridad
  - Sistemas de Seguridad Física asociados al vallado de Protección Radiológica al este del ATI-24:
    - Vallado de Protección Radiológica (PR): retirada y retrazado del vallado existente.
    - Canalizaciones: demolición, retirada y retrazado de las canalizaciones enterradas existentes junto al vallado, así como de las arquetas de registro existentes.
  - Vallado de Área Vital al este del ATI-24:
    - Vallado de Área Vital: retirada y retrazado del vallado existente.
    - Cámaras y barreras: retirada y reubicación de todos los equipos y sistemas de Seguridad Física existentes.
    - Canalizaciones: demolición, retirada y retrazado de las canalizaciones enterradas existentes junto al vallado, así como de las arquetas de registro existentes.
  - Vallado de Zona Protegida al sur del ATI-24 y al Oeste de la explanada de maniobras:
    - Vallado de Zona Protegida: instalación del nuevo vallado tras la formación de la parcela auxiliar. Retirada del vallado existente tras la ejecución del nuevo vallado y puesta en servicio de los sistemas de seguridad del nuevo trazado del vallado de Zona Protegida alrededor de la parcela auxiliar.
    - Cámaras y barreras: instalación y puesta en servicio de los nuevos equipos a disponer en el nuevo tramo de vallado, procediendo posteriormente a la retirada de todos los equipos y sistemas de Seguridad Física existentes en el tramo a retirar.
    - Canalizaciones: retrazado de las canalizaciones para la instalación de cámaras y barreras en el nuevo tramo de vallado. Una vez se encuentren los equipos y sistemas en funcionamiento, demolición y retirada de canalizaciones en el tramo existente afectado.

  A continuación, se muestran los vallados afectados por la actuación:

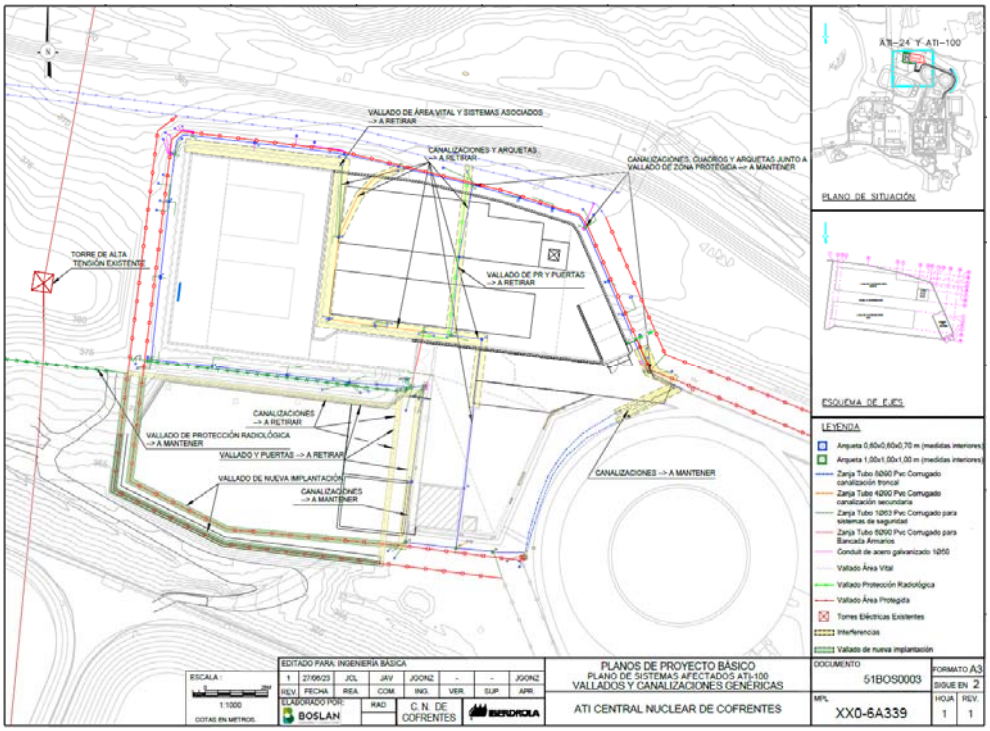


Figura 1-8. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 1. Vallados y canalizaciones genéricas

Además de los vallados, los siguientes sistemas existentes resultarán afectados por la actuación:

- Canalizaciones eléctricas.
- Farolas de iluminación.
- Red de tierras.
- Red de pluviales: arquetas, colectores enterrados y cunetas.
- Hito topográfico.
- Pozo en desuso ubicado en la zona de la explanada de ampliación: demolición y acondicionamiento del terreno.
- Escaleras de obra.
- Cuadro eléctrico CMAE-1.

En las siguientes figuras se muestran los demás servicios existentes afectados por la implantación del ATI-100:

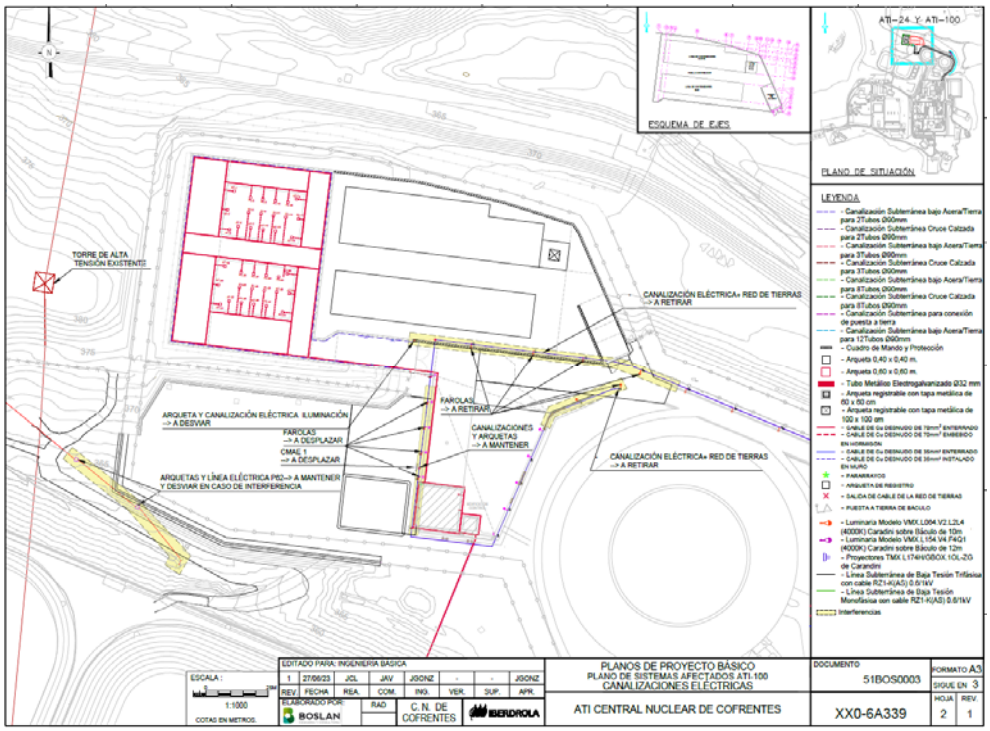


Figura 1-9. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 2. Canalizaciones eléctricas

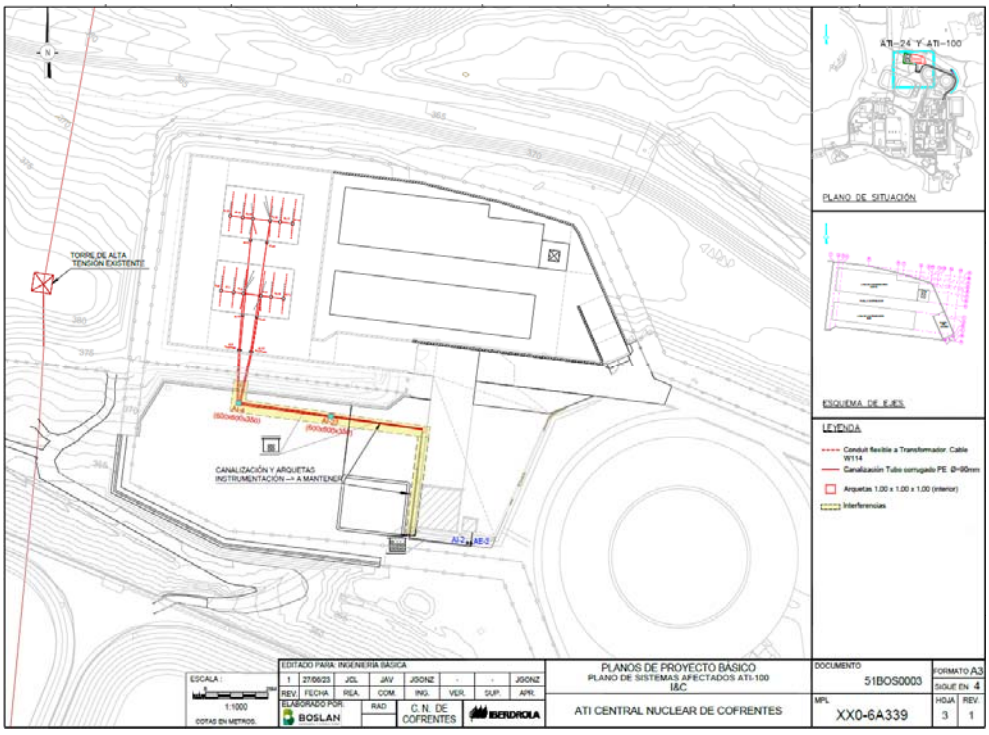


Figura 1-10. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 3. Instrumentación y control

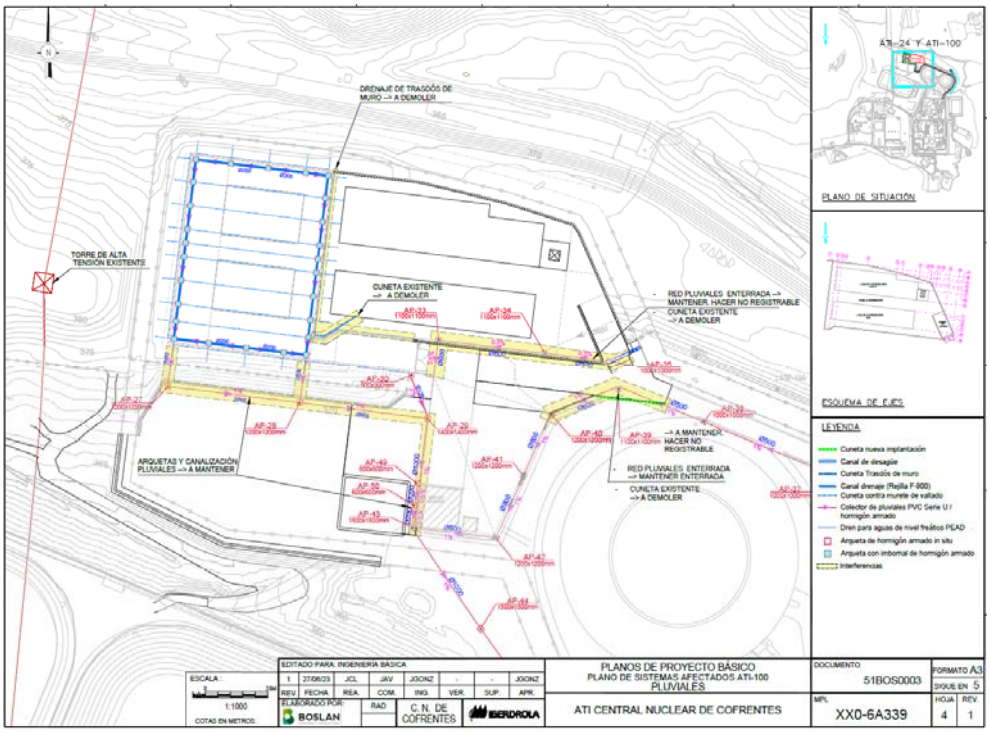


Figura 1-11. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 4. Pluviales

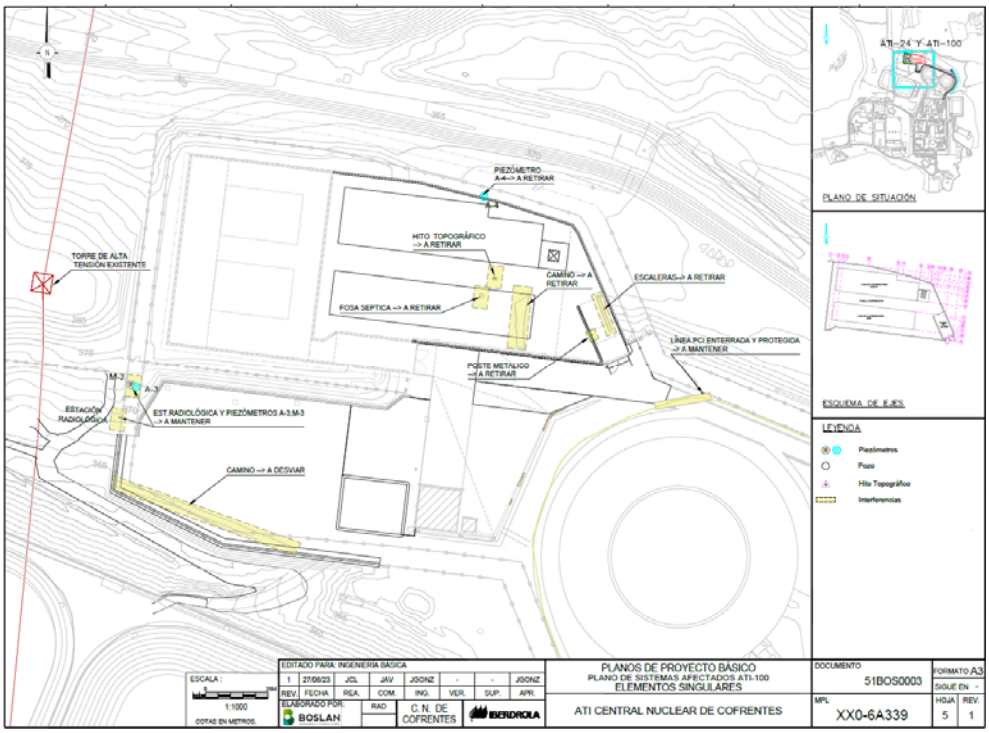


Figura 1-12. Plano XX0-6A339 Plano de sistemas afectados del ATI-100. Hoja 5. Elementos singulares

1.3.2 Superficie útil y superficie construida

- La superficie total disponible de la zona de la actuación es de aproximadamente 13700 m^2.
- La superficie construida de la zona de contenedores es de 4980 m^2.
- La superficie construida de las losas de contenedores es de 4100 m^2.
- La superficie del acceso al ATI-100, de nueva construcción, es de aproximadamente 300 m^2.
- La superficie construida de la parcela auxiliar es de aproximadamente 1400 m^2.

El ATI-100 dispondrá junto al ATI-24 de los siguientes elementos con las siguientes superficies:

- La superficie de la explanada de maniobras existente es de aproximadamente 3600 m^2, de los cuales aproximadamente 3300 m^2 son superficie pavimentada libre de construcciones y en los restantes 300 m^2 se disponen las construcciones auxiliares (edificio auxiliar del ATI y edificio de control del ATI-24). De los 3300 m^2 de superficie pavimentada, 1050 m^2 corresponderán a un pavimento de hormigón armado de nueva ejecución para dar acceso al VCT hasta la rampa de conexión del ATI-100.
- La superficie de la parcela auxiliar, de aproximadamente 6000 m^2, se repartirá entre el edificio auxiliar del ATI-100, de aproximadamente 500 m^2; la superficie de hormigonado de contenedores, de aproximadamente 900 m^2; y la superficie de reserva, de aproximadamente 4000 m^2.

1.3.3 Accesos a la instalación

El acceso a la instalación del ATI-100 se realizará a través de una rampa que une la zona de contenedores con la explanada de maniobras desde el noreste de esta.

El pavimento de dicha rampa será de hormigón armado y presentará las mismas características que el pavimento perimetral de la zona de contenedores.

El pasillo de acceso será de 28 metros de longitud con un ancho de 11 metros, proporcionando el espacio suficiente para el acceso de los vehículos de transporte a la zona de contenedores. Lateralmente estará delimitado por muros de altura variable, con cota de coronación aproximada +373,50 en su lado este y +370,00 en su lado oeste. Longitudinalmente, la rampa de conexión comenzará a la cota +367,65 en la explanada de maniobras y finalizará a la cota +368,90 m en la zona de almacenamiento.

El transporte de los contenedores desde el Edificio de Combustible hasta el ATI-100 seguirá la trayectoria que se muestra en la Figura 1-13.

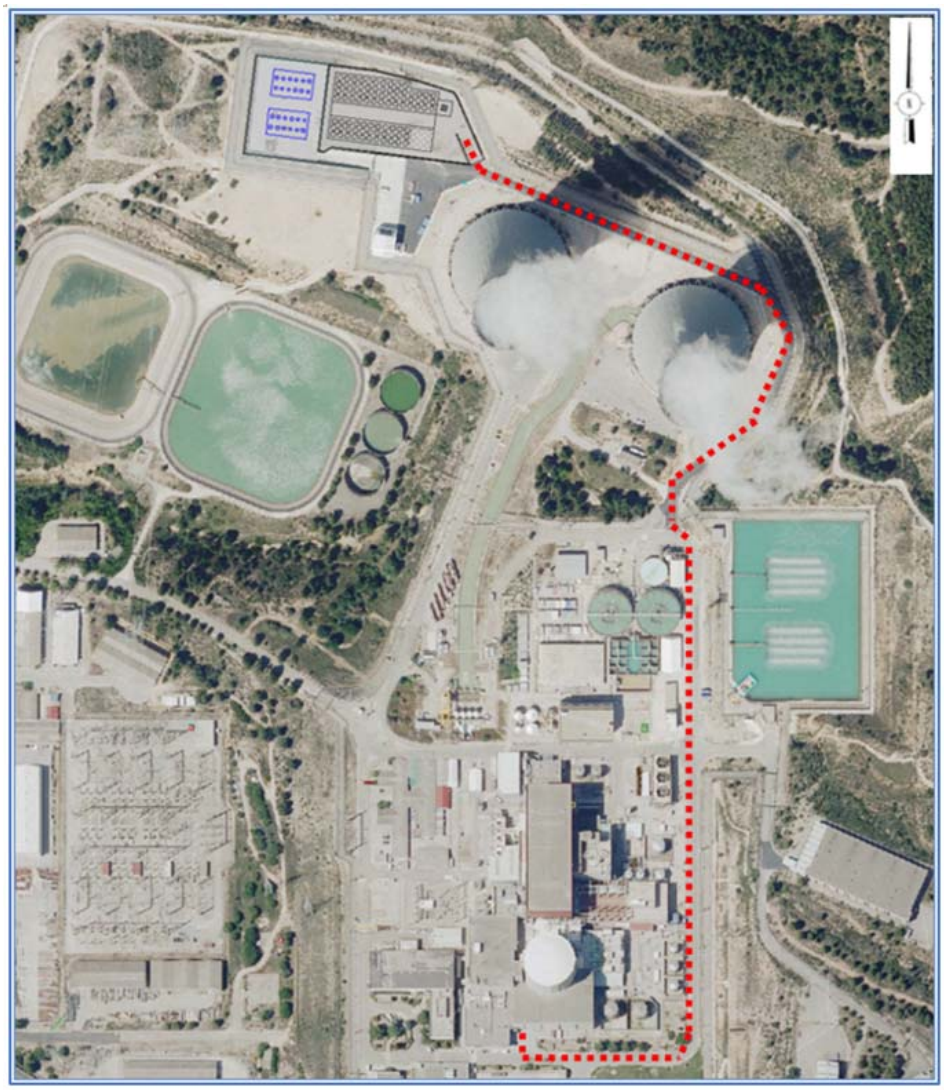


Figura 1-13. Recorrido desde el Edificio de Combustible hasta el ATI-100

Desde el Edificio de Combustible, el transporte se dirigirá por el vial sur y el vial este existente hacia la zona noreste junto al UHS, continuando por el vial existente construido para el ATI-24 y que discurre entre el doble vallado de área protegida modificado y la Torre de Refrigeración este, hasta llegar a la explanada de maniobras.

La longitud total del recorrido es de 1150 metros aproximadamente, siendo la cota máxima la +372,00 m en la zona junto al UHS, y la cota mínima la +367,65 m en el encuentro del vial con la explanada de maniobras al pie de la rampa de acceso al ATI-100. La pendiente longitudinal máxima es inferior al 5% en todo el recorrido hasta la rampa de acceso al ATI-100, donde se alcanza una pendiente media del 4,5% y puntual del 7,5%.

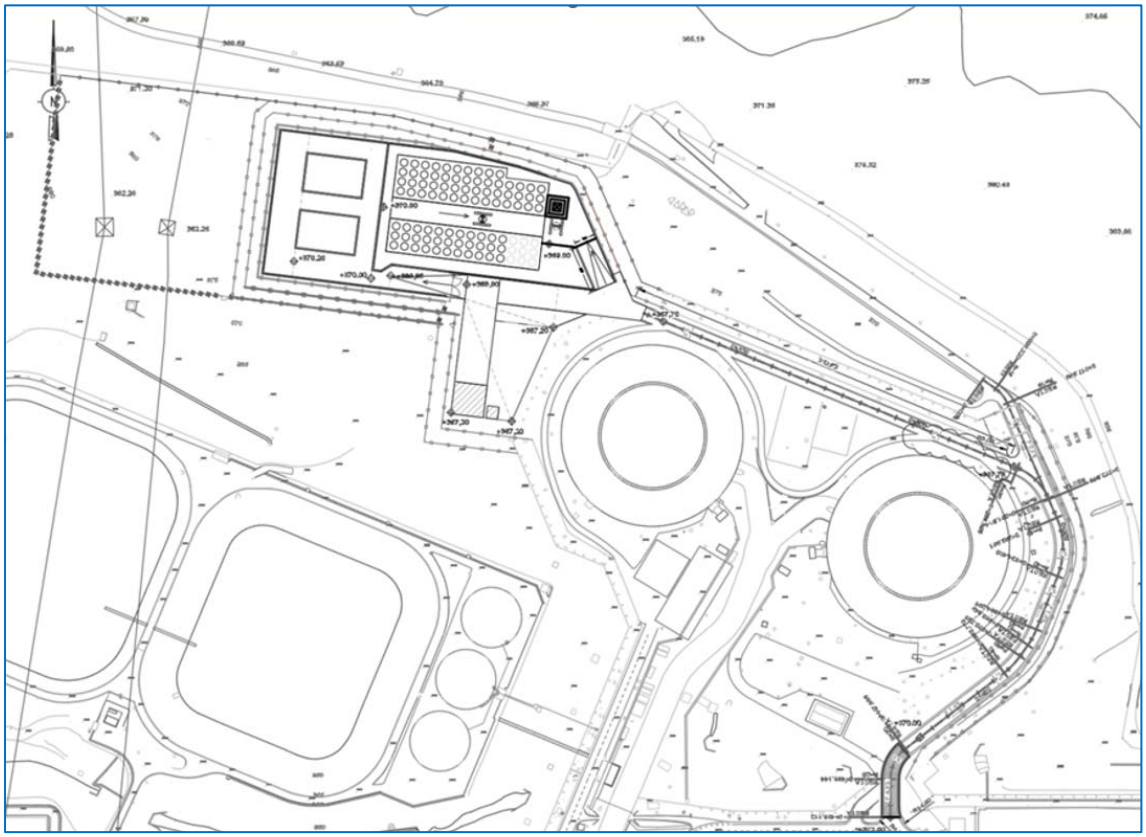


Figura 1-14. Viales del ATI-24 y ATI-100

Todos los viales y la explanada de maniobras existentes disponen de cuneta para la recogida de pluviales que se conectan a la red de drenajes existente de la central. La pendiente transversal de los viales se define del 2% hacia las cunetas y bombeo del 2% en la recta correspondiente al tramo norte del vial.

Se ha analizado la ruta de transporte entre el Edificio de Combustible de CNC y el emplazamiento del ATI para determinar la interacción del vehículo de traslado cargado con el contenedor correspondiente al ATI-100 con las estructuras y elementos existentes en dicha ruta y detectar posibles interferencias.

En el informe XX0-5A272 Comprobación servicios enterrados ruta transporte contenedores ATI de CNC (Ref 4) se ha comprobado la resistencia de los elementos estructurales enterrados ubicados bajo el trazado de la ruta del traslado de los contenedores entre el Edificio de Combustible y el ATI. Las conducciones y estructuras enterradas que transcurren bajo la ruta de transporte y para las que se ha realizado la comprobación estructural son las siguientes:

- Tubería de captación y cables eléctricos y de telemando paralelos a la tubería.
- Galería del sistema de agua de servicios esenciales (P40).
- Obra de fábrica nº4 junto al UHS.
- Conducto del sistema de descarga de gases radiactivos (L05).
- Tubería de rebose del UHS.

- Canalizaciones de fuerza (T2), control (T3) e instrumentación (T4).
- Red de pluviales.
- Tuberías de drenaje del Barranco de La Plana.

La evaluación concluye que, cumpliendo las limitaciones impuestas a la carga máximo por rueda o extremos de eje del conjunto vehículo de traslado–contenedor considerado en la Ref 4 (20 tn por eje), todos los elementos y estructuras resisten adecuadamente dicho traslado.

1.3.3.1 Control de accesos

El ATI-100 de CNC estará incluido dentro del doble vallado de Zona Protegida de CNC y contará con un sistema de vallados de protección física del área de almacenamiento de acuerdo con los requisitos de la Guía de Seguridad 8.01 (Ref 3) y de vallados de protección radiológica para delimitar las distintas zonas radiológicas definidas de acuerdo con el artículo 16 del RPSRI (Ref 4).

Las barreras para la protección física y la protección radiológica del ATI-100 serán, siempre que sea posible, comunes con las del ATI-24, disponiéndose vallados alrededor de las losas de almacenamiento de contenedores.

Con el objetivo de minimizar el número de vallados del ATI-100, en aquellas zonas donde sea posible se harán coincidir vallados radiológicos con vallados de Seguridad Física. Además, se mantendrán los vallados existentes del ATI-24 cuando sea posible.

De acuerdo con los requisitos de seguridad física, se definen los siguientes vallados:

- Vallado de Área Vital:
  - Este vallado realizará las funciones del control de accesos al área de almacenamiento de contenedores. El vallado, situado a 2 m y sobre el muro perimetral dependiendo de su ubicación alrededor del ATI-100, conectará con el vallado de área vital del ATI-24 formando una única área, y dispondrá de un acceso para personas y vehículos al ATI-100. Este vallado será un vallado sencillo de 4 m de altura sobre rasante, de malla de alambre galvanizado y plastificado, coronado con concertino. La cimentación del vallado se ejecutará mediante zapatas aisladas de hormigón armado embebidas en el terreno; mientras que en tramos de vallado sobre muro, se instalará embebido en tramos de nueva construcción o anclado sobre coronación en muros existentes.
  - Vallado de Zona Protegida de CNC: el ATI-100 se encontrará situado dentro del vallado de Zona Protegida, por lo que será necesaria la modificación del vallado de Zona Protegida para rodear la nueva parcela auxiliar ubicada al oeste de la explanada de maniobras. Este vallado, que coincide con el vallado de área protegida del ATI-24 en los lados este, norte y oeste, se ampliará hacia el sur para incluir la nueva parcela auxiliar, modificando un tramo de aproximadamente 175 m de longitud. Este vallado estará formado por vallados de 3 m y 4 m de altura coronados con concertino.

El vallado de protección radiológica para delimitar la zona controlada de los ATI y servir de separación entre ésta y la zona de libre acceso se establecerá en base a los resultados de los cálculos radiológicos de mayor detalle que se lleven a cabo para la solicitud de autorización de la puesta en servicio del ATI-100 en los que se demuestre el cumplimiento de los límites aplicables a las zonas de radiación.

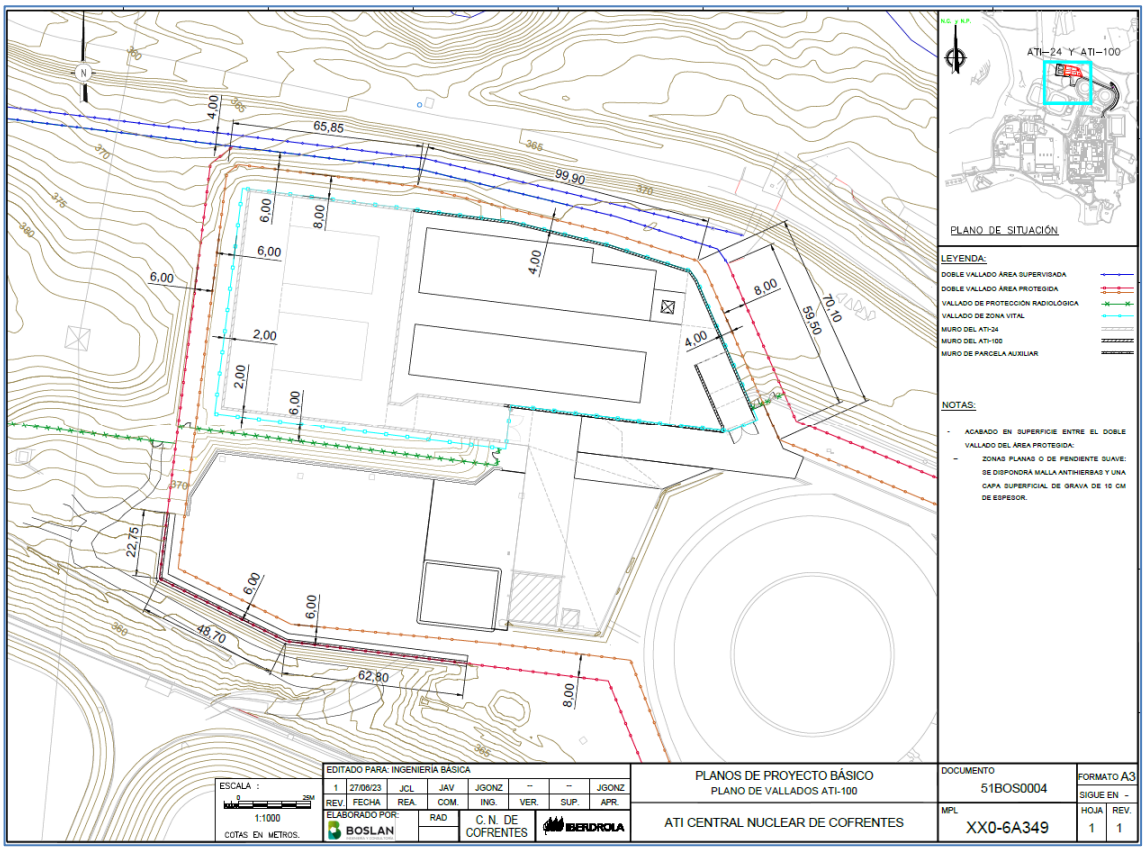


Figura 1-15. Plano XX0-6A339. Vallados de los ATI-100 y ATI-24

1.3.4 Usos de la instalación

Los usos de las distintas zonas de la instalación del ATI-100 de CNC se encontrarán condicionados por las limitaciones de dosis que se establecen en el RPSRI (Ref 4) y en la Instrucción de Seguridad del CSN IS-29 (Ref 6) y con el criterio de mantener las tasas de dosis operacionales tan bajas como sea razonablemente posible (principio ALARA).

En cumplimiento del artículo 16 del RPSRI (Ref 4), desarrollado en el Manual de Protección Radiológica de CNC (Ref 7), se van a definir las siguientes zonas de radiación en el ATI-100:

1.3.4.1 Zona de Libre Acceso

Radiológicamente, es aquella zona en la que es muy improbable recibir una dosis efectiva superior a 1 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades fijados para los trabajadores expuestos.

En esta zona los niveles radiológicos estarán limitados por los siguientes valores:

- Tasa de dosis: inferior a 0,5 µSv/h.

Excepcionalmente se podrán permitir zonas con tasas de dosis superiores y siempre inferiores a 2,5 µSv/h, en las que restringir el acceso sea poco operativo (por ejemplo, en carreteras/caminos cercanos a lugares donde se realizan los preparativos para el transporte). En estos casos, además de la vigilancia radiológica periódica, se limita administrativamente la permanencia continua del personal. Además, en esta zona, no existe riesgo de contaminación superficial desprendible y no existe riesgo de contaminación ambiental.

1.3.4.2 Zona Controlada

Radiológicamente, es aquella zona en la que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, la piel y las extremidades establecidos para trabajadores expuestos.

Con objeto de minimizar el número de vallados del ATI-100, no se va a definir y delimitar una zona radiológica vigilada (zona en la que, no siendo zona controlada, se pueden recibir dosis por encima de límites correspondientes a la zona de libre acceso) y se asume conservadoramente que la zona controlada se inicia en el límite de la zona de libre acceso.

1.3.4.3 Área controlada

Además de las zonas anteriores definidas en el RPSRI (Ref 4), que deben delimitarse mediante vallados físicos, el diseño del ATI-100 de CNC debe definir, establecer y limitar un Área Controlada, según se requiere y define en la IS-29 (Ref 6).

El área controlada es un área ficticia alrededor de las losas de almacenamiento cuya definición tiene por objeto asegurarse de que el ATI-100 y sus alrededores (como mínimo 100 metros desde el combustible situado en las losas de almacenamiento) permanecen vigilados desde el punto de vista radiológico y bajo control del explotador.

Se hará coincidir el área controlada del ATI-100 con el límite de la propiedad de IBERDROLA, demostrándose en los cálculos radiológicos el cumplimiento con la limitación de dosis establecida.

De acuerdo con la IS-29 (Ref 6), el área controlada se define como el área que rodea a la instalación de almacenamiento temporal donde el titular del mismo ejerce autoridad sobre su uso y dentro de la cual se realizan las operaciones del ATI-100. En dicha instrucción se indica que la distancia entre el límite del área controlada y el combustible gastado o el residuo de alta actividad que se almacena en la instalación deberá ser de al menos 100 metros. Las limitaciones de dosis establecidas son:

Condiciones Normales y Anormales de Operación

> Durante la operación normal y sucesos operacionales previstos, la dosis efectiva anual a cualquier miembro del público que se localice más allá del área controlada no excederá de 250 µSv por exposiciones debidas a:

- Las evacuaciones de efluentes y residuos sólidos al medio ambiente, excepto radón y sus descendientes.
- La irradiación externa debida a las operaciones en la instalación de almacenamiento temporal.
- Cualquier irradiación externa o interna debida a cualquier contribución de una instalación nuclear o radiactiva del ciclo de combustible nuclear cercana.

Condiciones de Accidente

Durante cualquier accidente base de diseño, la dosis que pudiera recibir cualquier individuo situado sobre o más allá del límite más cercano al área controlada no podrá exceder a:

- Dosis Efectiva de 50 mSv
- Dosis equivalente a la piel de 500 mSv
- Dosis equivalente al cristalino de 0,15 Sv.

1.3.5 Instalaciones de almacenamiento y control de la instalación

En la zona sur de la explanada de maniobras existe una zona en la que se encuentra el Edificio Auxiliar del ATI-24 que sirve para el almacenamiento temporal del vehículo grúa (VCT) necesario para el volteo y manejo de los contenedores y sus herramientas asociadas a emplear tanto para el ATI-24 como para el ATI-100.

Además, en el edificio de control del ATI ubicado en esta zona se incorporarán los sistemas de mando y control eléctricos correspondientes a los circuitos de fuerza e iluminación del ATI-100, así como el resto de los sistemas necesarios para su operación.

1.3.6 Criterios de cargas y diseño

Las estructuras se diseñarán de acuerdo con la normativa española vigente, Código Técnico de la Edificación (CTE) (Ref 8), Código Estructural-21 (Ref 9) y Normativa Sísmica NCSE-02 (Ref 10). Adicionalmente para las losas de almacenamiento, y debido a las características de la instalación, se aplicarán criterios sísmicos más restrictivos tomando el espectro dado por la normativa RG 1.60 (Ref 11) escalado para una aceleración de 0,3 g, y se comprobarán estructuralmente para la ACI 318-14 (Ref 12). En el caso de los muros perimetrales a la zona de contenedores, estos también se calculan para un sismo de aceleración 0,3 g.

Las cargas consideradas en el proyecto serán las siguientes:

1.3.6.1 Cargas permanentes

Incluirán los pesos propios de los materiales de construcción, empuje de tierras y equipos cuando la localización de éstos se considere permanente.

Para el peso propio de elementos constructivos, se tomarán los valores siguientes:

- Hormigón armado (peso específico normal) 25 kN/m^3

- Hormigón de limpieza 20 kN/m^3

- Cargas transmitidas por el terreno: en los muros perimetrales, serán de aplicación las cargas debidas al empuje del terreno sobre los muros. La obtención de las cargas se realizará de acuerdo con los resultados obtenidos en el Estudio Geotécnico (Ref 13) y el CTE (Ref 8).

1.3.6.2 Sobrecargas de Uso

Salvo que se indique lo contrario en los criterios particulares de diseño o existan otras razones que lo justifiquen, se adoptarán los valores mínimos de sobrecargas obtenidos de la experiencia y buena práctica en el diseño de instalaciones de este tipo.

Se proponen las siguientes sobrecargas mínimas a considerar:

- Plantas de operación y manejo: 12,5 kN/m^2

  En las áreas de tránsito de vehículos de transporte se considerará la acción simultánea de las cargas siguientes no concomitantes con sobrecargas mínimas (basado en el documento de Criterios de Diseño del ATI (Ref 14)).

- Cargas en coronación de muro: no se espera la aplicación de cargas en coronación de los muros. De todas formas, del lado de la seguridad se considerará una sobrecarga uniforme de 3 kN/m^2. En el caso de combinaciones de carga en los que se combinen sismo, empujes del terreno y la sobrecarga de uso en coronación de muros de contención de tierras, esta última será considerada al 25% de su valor, tal y como se indica en el documento de Criterios de Diseño del ATI (Ref 14).

- Carga debida a vehículos: de acuerdo con el documento Information for the application for the Cofrentes NPP ISFSI execution and construction authorization (Ref 15) se considerarán:

  - En todas aquellas áreas por las que se considere que el vehículo VCT circulará cargado con contenedor, se aplicará una carga distribuida de valor 450,9 KN/m^2 o la carga equivalente de un transporte especial de contenedores de peso total (VCT + contenedor HI-STORM FW) de 405,6 tn.

  - En aquellas áreas por las que se considere que el vehículo VCT circulará sin carga de contenedor, se aplicará una carga distribuida de 168,67 KN/m^2 o la carga equivalente del VCT sin contenedor transportado de 151,59 tn.

1.3.6.3 Carga de Viento

La carga de viento se define según el Código Técnico de la Edificación (Ref 8). Al no ser concomitante con el sismo, y provocar este último mayores esfuerzos que el viento, no se ha considerado esta carga.

1.3.6.4 Carga de Nieve

Queda incluida en la sobrecarga de uso en planta.

1.3.6.5 Cargas térmicas

Las cargas térmicas corresponderán al caso de carga más desfavorable obtenido considerando las temperaturas extremas adoptadas para el cálculo estructural extraídas del EFS (Ref 2).

El caso térmico más desfavorable se obtendrá mediante el estudio de las distintas posiciones de los contenedores sobre la/s losa/s y de las características del ambiente. Los datos a emplear en el cálculo son:

- Diámetro de los contenedores = 3,94 m.
- $T_{ENV,T\ (Tmáx,\ Tmín)}$ = envolvente de solicitaciones térmicas. Máxima/mínima temperatura normal, definida como la máxima/mínima temperatura registrada anualmente media durante los años de registro.
- $T_{ENV,T\ (Ta,máx,\ Ta,mín)}$ = envolvente de solicitaciones térmicas. Máxima/mínima temperatura durante los años de registro.
- Temperatura del terreno bajo la losa (igual a la temperatura media de CNC) = +15,3 °C.
- Efecto de la irradiación conforme al Código Técnico de la Edificación CTE DB SE-AE.
- Coeficientes de dilatación térmica del hormigón. α=1.10-5 $°C^{-1}$.
- Conductividad térmica del hormigón = 0,72 W/m°C

Se considerará el efecto de la irradiación solar conforme a lo indicado en el CTE (Ref 8), considerando el valor de la temperatura media adoptada del emplazamiento de CNC de 15,3 ºC. El dimensionamiento estructural de las losas de contenedores tendrá en cuenta asimismo la carga térmica transmitida por los contenedores a la losa.

1.3.6.6 Cargas Sísmicas

El diseño sísmico de CNC se basa en un sismo de parada sin riesgo (SSE) con una aceleración horizontal máxima del terreno para periodo nulo (ZPGA) de 0,17 g. (Sección 2.5.2.10 del EFS, Ref 2). Para el movimiento vertical del terreno se consideró la misma aceleración máxima que para movimiento horizontal y los espectros de respuesta del sismo de parada sin riesgo se presentan en la Sección 3.7.1 del EFS.

En los estudios de márgenes sísmicos realizados en CNC, utilizados posteriormente y ampliados en el contexto de las Pruebas de Resistencia realizadas a las centrales nucleares tras el accidente de la central japonesa de Fukushima Daichi, se fijó un terremoto base de comparación (RLE) correspondiente a una aceleración horizontal máxima del terreno (ZPGA) de 0,3 g.

De acuerdo con ello, se propone como sismo de diseño de las losas de almacenamiento de contenedores del ATI-100 los espectros de respuesta de la RG 1.60 (Ref 11) escalados a una aceleración horizontal máxima del terreno (ZPGA) de 0,3 g. Este sismo es envolvente del input sísmico licenciado en el emplazamiento.

La aceleración y los espectros considerados son los aplicables en la evaluación de márgenes sísmicos.

El amortiguamiento empleado será el definido en la RG 1.61 (Ref 18) para estructuras de hormigón armado.

1.3.6.7 Combinaciones de cargas

1.3.6.7.1 Losas de almacenamiento

En el caso de las losas de almacenamiento, serán de aplicación las combinaciones dadas por la tabla 4.3 de la normativa NUREG-2215, (Ref 17) con una combinación de carga adicional necesaria para la comprobación de Estado Límite de Servicio por fisuración de acuerdo con el Código Estructural (Ref 18).

En la siguiente tabla se muestran las combinaciones a utilizar en el análisis estructural.

Tabla 1-1: Combinaciones de carga para las losas de almacenamiento

Combinación		**Condiciones Normales**	**Condiciones Anormales**		**Condiciones de Accidente**		**ELS Fisuración**
Descripción carga	**Símbolo**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Cargas Permanentes	D	1,4	1,05	1,05	1	1	1
Sobrecarga de uso	L o S	1,7	1,275	1,275	1	1	1
Envolvente térmica (Temperatura normal máx/mín)	$T_{ENV,T}$ (Tmáx, Tmín)		1,275	1,275	1		
Envolvente térmica (Temperatura máx/mín registrada)	$T_{ENV,T}$ (Ta,máx, Ta,mín)					1	
Temperatura media	Tmed						1
Viento	W			1,275			1
Sismo	E				1		

Estas combinaciones de carga son envolventes a las proporcionadas por el Código Estructural-21 (Ref 18) y CTE (Ref 8).

Tendrá prioridad el cumplimiento de la reglamentación y normas españolas, si bien será igualmente admisible que el sistema propuesto cumpla con la normativa internacionales y con la reglamentación y normativas de EEUU.

Así, como la instalación del ATI-100 se construye en España y con materiales de construcción disponibles en España, es necesario tener en cuenta la normativa de construcción española Código Estructural-21 (Ref 18), por lo que se elaborará un documento comparativo entre normativas españolas y norteamericanas con objeto de utilizar la más restrictiva en cada caso para permitir la ejecución material de las losas.

1.3.6.7.2 Otras estructuras de hormigón armado

Para el resto de las estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas, a excepción de las losas de almacenamiento de contenedores, como el caso de los muros perimetrales de contención de tierras, foso de transferencia, las losas de pavimento que rodean las losas de almacenamiento de contenedores, el pavimento que conecta la zona de almacenamiento con el edificio auxiliar del ATI-24 y el edificio auxiliar del ATI-100, serán de aplicación las combinaciones de carga según el Código Estructural-21 (Ref 18) para ELU y ELS y ACI-318 (elementos de hormigón armado) (Ref 12).

Para estas estructuras, el dimensionamiento de los elementos de hormigón armado y estructuras metálicas se realizará conforme al Código Estructural-21 (Ref 18) y ACI-318 (elementos de hormigón armado) (Ref 12).

1.4 CAPACIDAD DE USO PREVISTA

El ATI-100 de CNC presenta una capacidad de uso prevista para albergar 85 contenedores de 89 ECs de combustible gastado, disponiendo de hasta 9 posiciones libres para permitir la recolocación y el acceso a todas las posiciones de almacenamiento.

1.5 PRESTACIONES DE LA INSTALACIÓN (INCLUYENDO ELEMENTOS EXISTENTES COMPARTIDOS CON ATI-24)

El ATI-100 de CNC dispondrá de las instalaciones y sistemas auxiliares necesarios para la adecuada operación de la instalación. Todos los sistemas auxiliares cumplirán con los criterios y requisitos correspondientes a cada tipo de sistemas de CNC.

1.5.1 Edificios auxiliares

En el extremo sur de la explanada de maniobras se encuentran presentes los siguientes elementos auxiliares de la instalación:

1.5.1.1 Edificio de control del ATI-24

El edificio de control existente, ejecutado en la construcción del ATI-24, alojará equipos necesarios para la operación del ATI-100. Entre ellos se encontrarán los cuadros eléctricos correspondientes a los sistemas eléctricos de fuerza e iluminación de la instalación del ATI-100, así como los elementos de los sistemas de PCI, megafonía, telefonía y protección radiológica entre otros.

Dicho edificio se ubica en el sureste de la explanada de maniobras. Se trata de un edificio de dimensiones (L x B x H) 5 x 5 x 4 m íntegramente de hormigón armado (cimentación, muros y cubierta).

El edificio se encuentra equipado con alimentación eléctrica, climatización y sistema de puesta a tierra para los equipos que alberga en su interior.

1.5.1.2 Edificio auxiliar del ATI-24

El edificio auxiliar existente del ATI se sitúa en la zona suroeste de la explanada de maniobras, y sirve para el almacenamiento temporal del vehículo/grúa (VCT) del ATI-24 necesario para el volteo y manejo de los contenedores y sus herramientas asociadas.

Las dimensiones del edificio auxiliar del ATI son de 15 x 15 m en planta y 14,6 m de altura para poder acoger al vehículo/grúa, así como otros acopios de elementos auxiliares necesarios para las operaciones a realizar por el vehículo.

El edificio se encuentra constituido por una losa de cimentación de hormigón armado a la que se anclan los pilares de la estructura metálica del edificio. El cerramiento lateral es de tipo panel sándwich, al igual que la cubierta que presenta una pendiente del 12%.

1.5.1.3 Edificio auxiliar del ATI-100

En la zona sureste de la parcela auxiliar existe una zona en la que se encuentra el Edificio Auxiliar del ATI-100, que permitirá el almacenamiento de los equipos y materiales a emplear tanto para para el ATI-100.

Las dimensiones del edificio auxiliar del ATI-100, de aproximadamente 500 m^2 (L x B) 20 x 25 m, serán suficientes para poder acoger acopios de elementos auxiliares necesarios para las operaciones a realizar por el vehículo.

El edificio estará formado por una losa de cimentación de hormigón armado a la que se anclarán los pilares de la estructura metálica del edificio. El cerramiento lateral será de tipo panel sándwich, al igual que la cubierta que presenta una pendiente del 12%.

1.5.2 Zona de hormigonado de contenedores

Fuera de la zona de almacenamiento, en la parcela auxiliar, se dispondrá de una zona de hormigonado de contenedores, con pavimento de hormigón armado de 50 cm de espesor, que servirá también como almacén para acopio de los módulos HI-STORM FW vacíos al aire libre.

La zona de hormigonado de contenedores dispondrá de una explanada de hormigón armado de 50 cm de espesor y aproximadamente 900 m^2 de superficie. En dicha superficie se realizará el posicionamiento de los anillos del *overpack* de los contenedores y el hormigonado del espacio anular entre sus virolas interior y exterior con hormigón de alta densidad. Los elementos hormigonados podrán permanecer almacenados en esta superficie hasta que el hormigón haya adquirido la resistencia necesaria de acuerdo a proyecto y puedan ser empleados para el almacenamiento definitivo de los contenedores de combustible gastado en el interior del ATI-100.

1.5.3 Instalación eléctrica y alumbrado

El sistema eléctrico del ATI-100 se alimentará desde el Edificio Eléctrico de CNC hasta el edificio de control.

En el edificio de control se ubicará el cuadro de baja tensión (CGBT) desde el que se alimentarán todos los sistemas necesarios para operación de los sistemas disponibles

en el ATI-100. Este cuadro alimentará el sistema de alumbrado local y sistema de tomas de corriente.

La instalación eléctrica se ejecutará siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002 (Ref 19).

El proyecto se ejecutará de acuerdo con la legislación vigente, y con los trámites, permisos y procesos administrativos requeridos por ley y sus desarrollos reglamentarios o normativos.

1.5.3.1 Suministro eléctrico

El suministro eléctrico del ATI-100 se realizará en baja tensión desde el Edificio Eléctrico de CNC.

La tensión nominal a la cual se alimentará la instalación eléctrica será de 380 V entre fases y 220 V entre fase y neutro. La clase de corriente será alterna trifásica de 50 Hz de frecuencia y en régimen permanente.

Las maniobras eléctricas se controlarán desde el cuadro general de mando y protección (CGMP), que alimenta al resto de cuadros secundarios y a todos los sistemas necesarios para la operación del ATI como el sistema de alumbrado local y los sistemas de toma de corriente, así como al resto de equipos a disponer por necesidades del proyecto.

1.5.3.2 Alumbrado

El ATI-100 contará con los siguientes tipos de alumbrado:

– Alumbrado en zona de almacenamiento de contenedores.

  El alumbrado en la zona de almacenamiento de contenedores estará constituido por dos sistemas de distintas características:

  - Alumbrado en caso de ausencia de trabajos: este alumbrado estará diseñado para garantizar un nivel de iluminación de 80 lux. Este sistema estará compuesto por luminarias (tipo proyector) adosadas a lo largo del muro perimetral y contarán con un sistema de conexión manual/automático.
  - Alumbrado adicional en caso de realización de trabajos: este alumbrado estará diseñado para proporcionar un nivel de iluminación de 150 lux. Este sistema, adicional al sistema anterior, constará de proyectores en columnas ubicadas sobre el muro de hormigón perimetral y se instalará en las esquinas y en la parte central de la zona de contenedores.

  Durante la realización de trabajos en las losas de contenedores se emplearán simultáneamente ambos sistemas de iluminación.
  Las luminarias se distribuirán de manera que no interfieran con las maniobras de los vehículos encargados de transportar los contenedores, y se protegerán, en caso de ser necesario, ante posibles impactos de estos vehículos durante la maniobra.
  El diseño y ubicación del sistema de alumbrado será tal que los contenedores no se vean afectados en caso de su potencial caída.

– Alumbrado de rampa de acceso a la zona de almacenamiento

  En la rampa de acceso a la zona de almacenamiento, de pendiente media del 4,5%, se instalarán luminarias tipo proyector adosadas al muro situado a ambos lados de la rampa. Así, el sistema proporcionará un nivel de iluminación de 30 lux. Estas luminarias dispondrán de un sistema de conexión manual/automático.

1.5.3.3 Canalizaciones

Se ejecutarán canalizaciones enterradas en las que se instalarán el cableado de alimentación de los circuitos de fuerza y alumbrado proyectados.

Estas canalizaciones se compondrán de una capa de hormigón que sirva de asiento a los tubos, los cuales se tenderán sobre esta cama de hormigón y se colocará utilizando los separadores necesarios para su correcto tendido. Esto se rellenará de hormigón hasta que cubra los tubos y queden completamente envueltos. El resto se rellenará con tierra compactada, y se colocará una cinta de señalización con el aviso de cables eléctricos. A lo largo del recorrido se ejecutarán arquetas para facilitar el tendido y manipulación de los cables eléctricos.

En el caso de conductores aislados bajo tubos protectores en montaje superficial, los tubos se fijarán a las paredes por medio de bridas o abrazaderas. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, empalmes y en la proximidad de cajas o aparatos. La clasificación de las cajas y otros elementos existentes en la canalización que se encuentren a la intemperie será IP-67.

1.5.3.4 Red de tierra

Se ejecutará una red de tierras para todas las partes metálicas de la zona de almacenamiento del ATI-100 y rampa de acceso no sometidas a la acción directa de tensión.

Esta puesta a tierra se realizará mediante una instalación de picas de acero cobrizado hincadas directamente en el terreno a una profundidad mínima de 0,8 metros y unidas a un anillo enterrado de cable de cobre desnudo de 150 mm^2 de sección, ejecutado alrededor del ATI-100.

Desde esta red de tierra se tenderá cable de cobre desnudo de 150 mm^2 de sección al interior de las losas de almacenamiento y se efectuarán diferentes soldaduras aluminotérmicas de alto grado de fusión para su conexionado con la armadura de la misma.

A fin de garantizar la puesta a tierra en caso de sismo, se ejecutarán dos redes de tierra adicionales bajo cada una de las losas de almacenamiento de los contenedores, formadas por picas de acero cobrizado hincadas directamente en el terreno a una profundidad mínima de 0,8 m y unidas al anillo enterrado de cable de cobre desnudo alrededor del ATI-100. Estas redes de tierras estarán unidas a la armadura de la losa mediante cable de cobre desnudo de 150 mm^2 de sección y soldaduras aluminotérmicas de alto grado de fusión.

Respecto al edificio Auxiliar del ATI-100, de nueva ejecución, se dispondrá una red de tierras perimetral a conectar con el anillo de la instalación de red de tierras del ATI-100.

Toda la red de tierra del ATI-100 se unirá con la red de tierra general existente en el emplazamiento, en dos puntos diferentes, a decidir.

1.5.4 Sistema de Comunicaciones

El ATI-100, al ubicarse en las proximidades del ATI-24, dispondrá en la zona del sistema de megafonía instalado asociado al ATI-24. En el caso de ser necesario, se realizará la ampliación del sistema de megafonía con el fin de abarcar las nuevas instalaciones correspondientes al ATI-100, conectándose con el sistema actualmente instalado en la planta. El sistema existente permite la intercomunicación entre personas, así como la emisión de mensajes a viva voz y mensajes y/o tonos de alarma pregrabados de emergencia y/o evacuación, de forma zonal o general. Éstos se difunden mediante los altavoces ubicados estratégica y uniformemente en las diferentes zonas, para conseguir un nivel de inteligibilidad adecuado.

Además, el ATI-100 también contará en sus proximidades con las antenas instaladas durante la ejecución del ATI-24 para dar cobertura DECT a la instalación. Igualmente, en el caso de ser necesario, se realizará la ampliación del sistema para proporcionar cobertura DECT en las zonas correspondientes al ATI-100.

1.5.5 Protección contra incendios PCI

No existen industrias ni instalaciones que puedan ser origen de fuegos o explosiones en la vecindad del emplazamiento de CNC, y la posibilidad de incendios forestales en las proximidades es también remota, dada la ausencia de vegetación en el entorno del emplazamiento una vez ejecutada la instalación. Por ello, el riesgo de un incendio externo al emplazamiento de la central es despreciable. Las edificaciones de CNC más cercanas al ATI están bastante alejadas, por lo que se considera que un incendio en éstas tampoco afectaría al ATI.

En la zona de almacenamiento del ATI-100, que incluye las losas sobre las que se disponen los contenedores metálicos con el combustible gastado, y el área pavimentada circundante, la carga de fuego será despreciable. El principal riesgo de incendio será el asociado al posible incendio del vehículo de transporte de contenedores. Este será un riesgo transitorio, durante las operaciones de traslado de los contenedores, y se producirá siempre en presencia de personal de planta. Además, con objeto de limitar la carga de fuego, en los procedimientos operacionales del ATI-100 se prevé establecer una limitación al volumen máximo de combustible con el que pueda circular un vehículo dentro del emplazamiento. Por ello, no se considera necesario instalar medios de protección sobre los riesgos de incendio en esta zona.

Respecto al edificio Auxiliar del ATI-100, de nueva ejecución, la instalación de PCI constará de Detectores, Pulsadores de alarma, Sirena interior, Señalización e Iluminación de emergencia, y Extintor móvil.

En cuanto a la explanada de maniobras y el resto de las instalaciones del ATI, como el Edificio Auxiliar y al Edificio de Control existente, sus elementos de PCI considerados

se encuentran adecuados a las cargas de fuego y el riesgo de incendio de acuerdo con los equipos instalados.

Para la definición de los medios correspondientes a PCI de los edificios existentes se emplearon los siguientes criterios:

- El sistema de PCI de estos edificios se diseñará para reducir el riesgo de que los usuarios sufran daños derivados de un incendio.
- Los sistemas y equipos del proyecto se diseñarán y fabricarán de acuerdo con los códigos y normativas aquí indicadas, cumpliendo con la edición más reciente en el momento del diseño.
- Estos edificios no están sujetos ni a la normativa de CTE (Ref 8) (por estar dentro de una instalación industrial), ni al RD 2267 (Ref 20) (por ser una actividad ubicada en una instalación nuclear). Sin embargo, se empleará esta última norma como guía de prescripción para definir las distintas necesidades de PCI que se tengan en los edificios del proyecto.

Como normativa de referencia para establecer las bases de diseño del PCI del ATI-100 se considerará la instrucción del CSN IS-30 (Ref 21), el 10 CFR 72.122(c) (Ref 22) y la guía de seguridad GS 01.19 (Ref 23), en lo que sean aplicables a este tipo de instalación. Una vez definidos los sistemas de detección y extinción a implantar, se emplearán los criterios de la normativa NFPA para diseñar los sistemas de PCI en cada una de las zonas. Sin embargo, los equipos se especificarán según la normativa europea aplicable, para facilitar su compra y mantenimiento, siempre que no contravenga ningún criterio de la norma de diseño que derive en una pérdida de capacidad del sistema.

En cada zona se dispone de los equipos siguientes:

- Edificio de Control del ATI (existente): consta de Centralita, Detectores, Pulsadores de alarma, Sirena interior, Señalización e Iluminación de emergencia, y Extintor portátil.
- Edificio Auxiliar del ATI (existente): consta de Detectores, Pulsadores de alarma, Sirena interior, Señalización e Iluminación de emergencia, y Extintor móvil.
- Explanada del ATI y exteriores (existente): consta de Sirena exterior e Hidrante.
- Edificio Auxiliar del ATI-100 (de nueva ejecución): constará de Detectores, Pulsadores de alarma, Sirena interior, Señalización e Iluminación de emergencia, y Extintor móvil.

Adicionalmente, el diseño del sistema de PCI del ATI-100, junto con los medios disponibles en la central (tanto materiales como humanos y estrategias de actuación), garantizará que se pueda hacer frente a la extinción de un incendio de las dimensiones correspondientes a los escenarios planteados en las ITC de las referencias Ref 24, Ref 25 y Ref 26. Estos escenarios, más allá de las Bases de Diseño, corresponden a incendios con origen externo que pudieran afectar a grandes áreas de la central y que pudieran comprometer la integridad del propio sistema de PCI.

1.5.6 Sistema de vigilancia radiológica

El sistema de vigilancia radiológica del ATI-100 de CNC tendrá como función comprobar que las dosis que puedan recibirse como consecuencia de la operación de la instalación se mantienen tan bajas como razonablemente sea posible y no superan en ningún caso los límites permitidos por la normativa aplicable.

Dicho sistema de vigilancia radiológica del ATI-100 estará integrado en el sistema de vigilancia radiológica de la propia central.

Los medios a utilizar para la vigilancia radiológica durante la operación del ATI-100 serán dosímetros termoluminiscentes (TLD) para la medida de la radiación gamma. Con el fin de tener valores preoperacionales que sirvan de referencia para cuando el ATI-100 esté en explotación, dichos TLD se instalarán con la suficiente antelación para disponer de valores como mínimo de un año completo antes de que comience su funcionamiento.

Adicionalmente se instalará en la zona un monitor de área para la monitorización en continuo de las condiciones radiológicas, con conexión al sistema de vigilancia radiológica de la propia central.

1.5.7 Sistema de protección contra descargas atmosféricas

Se instalará en la zona de contenedores un pararrayos similar a los instalados ya en la central y en el ATI-24, con dispositivo de avance de cebado. Se ubicará este único pararrayos a una altura suficiente, de manera que todos los equipos relacionados con el ATI queden bajo su área de protección o la protección del resto de pararrayos existentes en la zona (muro este del ATI-24 y Edificio Auxiliar del ATI).

Se conectará el pararrayos mediante cable de cobre desnudo a una puesta a tierra ubicada en una arqueta situada junto a la base de la columna del pararrayos. En esta arqueta se instalará un puente de registro y comprobación que se unirá con un triángulo de picas hincadas directamente en el terreno.

En el tramo vertical del cable de cobre desnudo procedente del pararrayos se instalará un contador de impactos, a una altura de 2,5 metros. A partir de ahí el cable irá protegido mediante tubo hasta su entrada en la arqueta.

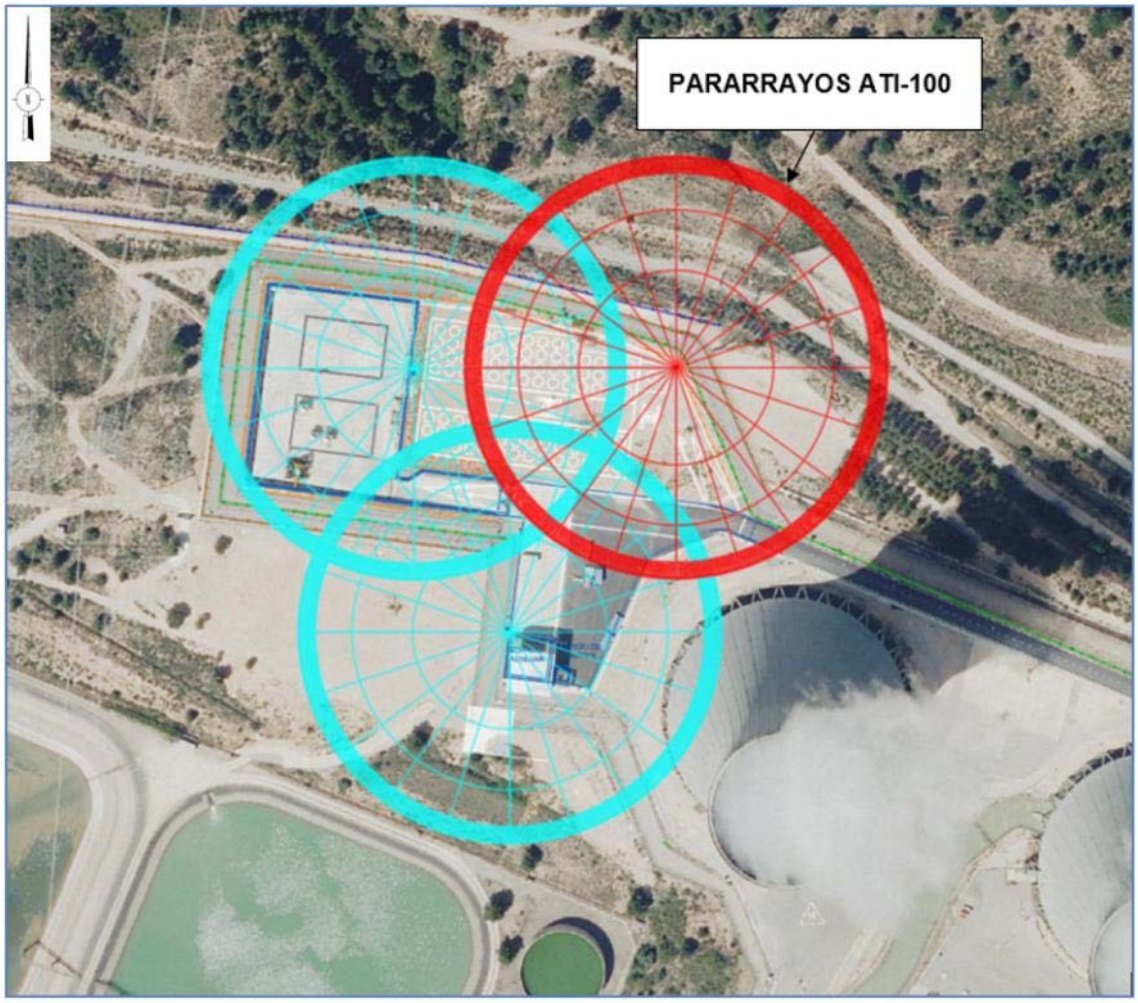


Figura 1-16. Áreas de cobertura de pararrayos existentes en la zona y nuevo pararrayos del ATI-100

1.5.8 Sistema de HVAC

El único edificio en el que se considera necesario mantener condiciones ambientales es el edificio de control del ATI-24, que ya cuenta con todos los sistemas necesarios. En el resto de las instalaciones de nueva implantación no se prevé la necesidad de sistemas de HVAC.

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1 SUSTENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se ha realizado un estudio geotécnico de la parcela en la que se va a construir el ATI-100 (Ref 13) del que se han obtenido los datos geotécnicos necesarios para el diseño y cálculos de las diferentes estructuras. Además, se han empleado los resultados obtenidos en la campaña realizada para el ATI-24 existente para complementar el análisis de los condicionantes geotécnicos del ATI-100.

2.1.1 Estudio Geotécnico del Emplazamiento del ATI-100

2.1.1.1 Estudios realizados

La campaña geotécnica ha estado compuesta de las prospecciones y ensayos de campo indicados en la siguiente tabla y en la Figura 2-1 y Figura 2-2:

Tabla 2-1. Ensayos campaña geotécnica en el emplazamiento del ATI-100

ENSAYOS	ATI-100
Sondeos a rotación	11
SPT	60
Presiométricos	27
Permeabilidad in situ (Lefranc)	29
Muestras inalteradas	19
Muestras parafinadas	111
Muestras alteradas	4
Down-Hole	1
Tomografía Sísmica de Refracción. Perfiles	3
Frecuencia Natural del terreno (HVSR)	1
Resistividad eléctrica del terreno (SEV)	2
Resistividad térmica del terreno	3

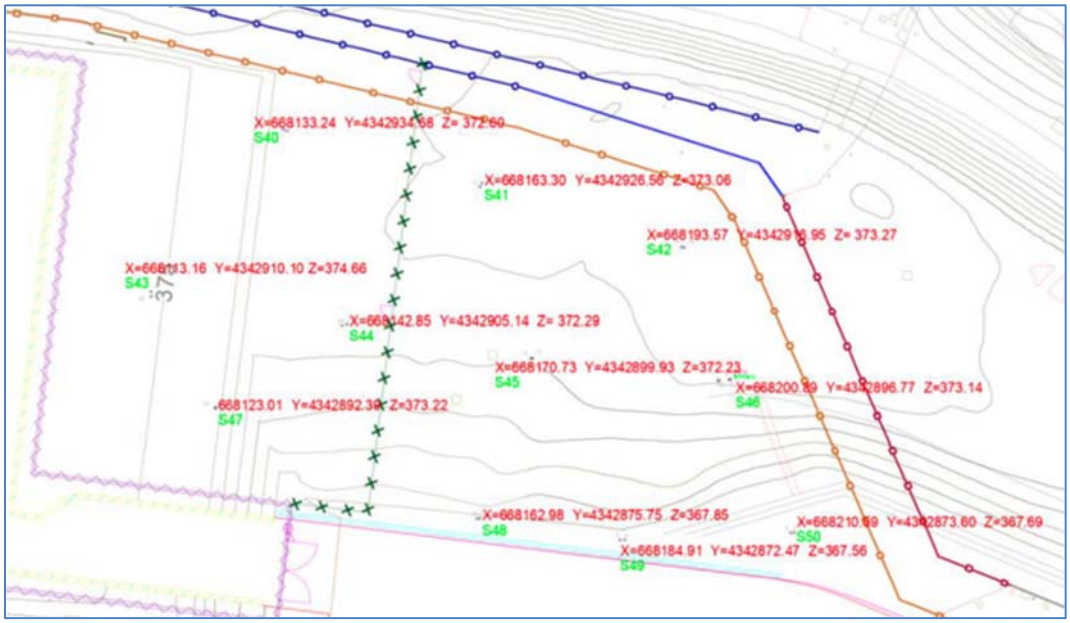


Figura 2-1. Distribución de los sondeos para la caracterización del ATI-100. Coordenadas y cotas topográficas del terreno

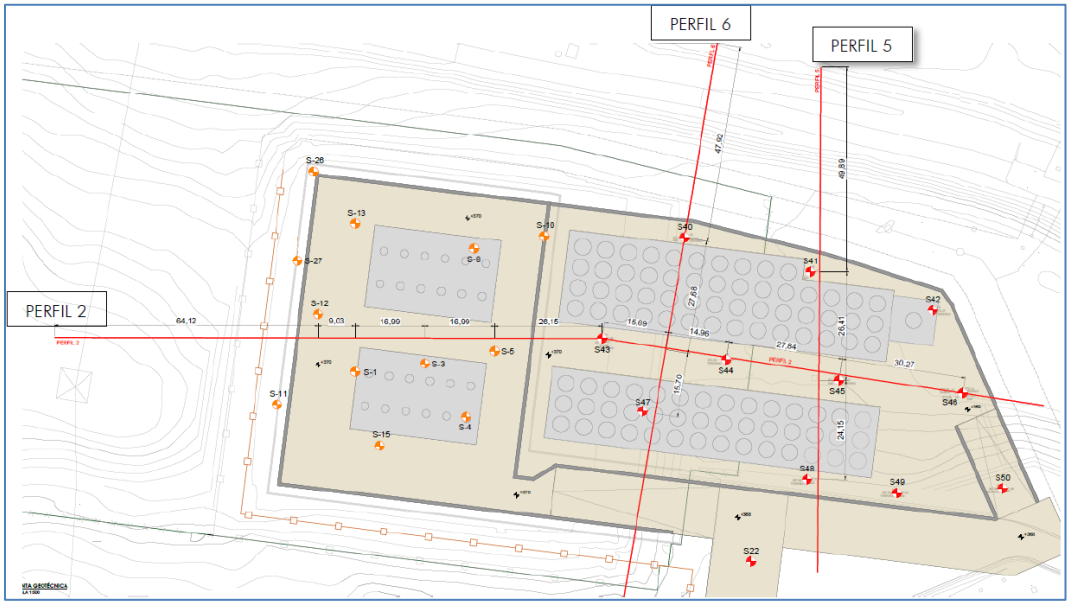


Figura 2-2. Planta conjunta ATI-100 y ATI-24 con los perfiles del terreno realizados

2.1.1.2 Estratigrafía. Estructura geológica del subsuelo

- **Zona ATI**

Como resultado de las prospecciones llevadas a cabo, se definen en el recinto del ATI-100 las siguientes unidades geotécnicas, en sentido descendente:

- *UG-0: Terreno vegetal*

  Es la unidad más superficial, presenta un espesor medio de unos 30 cm con valores máximos de 50 cm. Se trata de un suelo residual a retirar.

- *UG-1: Conglomerados de cantos y bloques calcáreos, heterométricos. Terraza fluvial*

  El espesor promedio es de 6 m, con variaciones de potencia entre los 2,4 m y 11 m. Las características resistentes y deformacionales se resumen a continuación:

Tabla 2-2. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG-1 Conglomerados

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS ASIGNADOS	UG-1, CONGLOMERADOS. TERRAZA ALUVIAL
Cohesión efectiva, c´(kPa)	20
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	37
Peso específico aparente γ (kN/m^3)	17,5
Resistencia al corte sin drenaje C_U (MPa)	-
Módulo de Young, E_s (MPa)	110
Coeficiente de Poison ν	0,3
Módulo presiométrico E_M (MPa)	37,5
Presión límite P_L (MPa)	4,1
C. de Permeabilidad K (m/s)	6,54E-6

- UG-2: Paquete detrítico rojizo terciario (Miocenos)

  Atendiendo a su comportamiento geotécnico, esta unidad se divide en dos subunidades:

  - UG-2.1 Limos areno arcillosos rojizos (UG 2.1_Li) con intercalación de conglomerados (UG 2.1_Co).
    El espesor promedio de la subunidad UG 2.1_Li es de aproximadamente 14,8 m, intercalándose en ella la UG2.1_Co, que presenta una potencia aproximada de 4,4 m. En la siguiente tabla se resumen los parámetros resistentes y deformacionales obtenidos para la subunidad geotécnica UG2.1_Li (limos areno-arcillosos rojizos):

Tabla 2-3. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG-2.1_Li

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS ASIGNADOS	UG-2.1_Li, Limos areno-arcillosos rojizos
Cohesión efectiva, c´(kPa)	45
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	27
Peso específico aparente γ (kN/m³)	21,5
Resistencia al corte sin drenaje C_U (MPa)	0,475
Resistencia a compresión RCS (MPa)	0,95
Módulo de Young, E_s (MPa)	200
Coeficiente de Poison ν	0,33
Módulo presiométrico E_M (MPa)	170
Presión límite P_L (MPa)	9
C. de Permeabilidad K (m/s)	4,56E-9

En la siguiente tabla se resumen los parámetros resistentes y deformacionales obtenidos para la unidad geotécnica UG2.1_Co (intercalación de conglomerados):

Tabla 2-4. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG-2.1_Co

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS ASIGNADOS	UG-2.1_Co, Intercalación de conglomerados
Cohesión efectiva, c´(kPa)	20
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	37
Peso específico aparente γ (kN/m³)	23,6
Resistencia al corte sin drenaje C_U (MPa)	-
Resistencia a compresión RCS (MPa)	0,76
Módulo de Young, E_s (MPa)	200
Coeficiente de Poison ν	0,3
Módulo presiométrico (MPa)	170
Presión límite (MPa)	9
C. de Permeabilidad (m/s)	1,05E-7

- *UG-2.2:* Alternancia de conglomerados cementados (UG2.2_Co) y limolitas (UG2.2-Li) con pasadas de areniscas (UG2.2_Ar).

El espesor de esta unidad se prolonga hasta el final de los sondeos, no alcanzándose su muro durante las investigaciones. Las características resistentes y deformacionales se resumen a continuación:

Tabla 2-5. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG-2.2

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS ASIGNADOS	UG-2.2, Alternancia de limolitas, conglomerados y areniscas
Cohesión efectiva, c´(kPa)	108
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	32
Pesos específico aparente γ (kN/m³)	23
Módulo de Young, E_s (MPa)	306
Resistencia al corte sin drenaje Cu (MPa)	-
Resistencia a compresión RCU (MPa)	2
Coeficiente de Poisson ν	0,33
Módulo presiométrico E_M (MPa)	233
Presión límite P_L (MPa)	23,8
C. de permeabilidad K (m/s)	1,97E-8

2.1.1.3 Nivel freático

El nivel freático fue detectado en los sondeos S-46 y S-47 mediante la realización de piezómetros abiertos. Los niveles se han detectado a las siguientes cotas:

Tabla 2-6. Medidas del nivel freático detectado. Sondeos S-46 y S-47

Sondeo	Profundidad nivel freático (m)	UTM Huso 30 (ETRS89)		Cota de boca del sondeo Ci	Cota nivel freático. CNF
		X	Y		
S-46	21,2	668200	4342896	373,3	352,1
S-47	19,7	668123	4342892	373,5	353,8

Como se puede observar, el nivel freático se ha detectado aproximadamente a 20 m de profundidad bajo la superficie del terreno existente, aproximadamente a 16 m de la base de la cimentación de las losas de almacenamiento de contenedores.

Esta agua subterránea se correspondería con acuíferos colgados emplazados en diferentes formaciones de conglomerados (UG2.1_Co y UG2.2_Co). En este escenario no son previsibles variaciones significativas del nivel freático, por lo que no se prevén fenómenos de subpresión que puedan afectar a las cimentaciones.

En cuanto a su química, el agua freática marca una agresividad débil por sulfatos (XA1) en una de las muestras. No obstante, no se espera que las cimentaciones estén en contacto con el agua freática, situada a profundidades importantes.

2.1.1.4 Análisis geotécnico para la cimentación de estructuras

De acuerdo con las características geotécnicas del subsuelo y el correspondiente análisis, las cimentaciones previstas podrán resolverse de forma directa (zapatas y losas), apoyándose sobre la unidad geotécnica UG-1 y puntualmente sobre la unidad UG-2.1:

Tabla 2-7. Características terreno cimentación zona ATI

PARÁMETROS DE RESISTENTES Y DEFORMACIONALES	UG1 Conglomerados. Terraza aluvial	UG2.1_Li Limos areno-arcillosos rojizos	UG2.1_Co Intercalación de conglomerados	UG2.2 Composite. Alternancia de limolitas, conglomerados y areniscas
Cohesión efectiva, c´(kPa)	20	45	20	108
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	37	27	37	32
Peso específico aparente γ (kN/m³)	17,5	21,5	23,6	23
Resistencia al corte sin drenaje C_U (kPa)	-	475	-	-
Resistencia a compresión RCU (MPa)	-	0,95	0,76	2
Módulo de Young, E, (MPa)	110	200	200	306
Coeficiente de Poisson v	0,3	0,33	0,3	0,33
Módulo presiométrico E_M (MPa)	37,5	170	170	233
Presión límite P_l (MPa)	4,1	9	9	23,8
C. de permeabilidad K (m/s)	6,54E-06	4,56E-09	1,05E-07	3.92E-9 (Li) / 7.51E-8 (Co)

2.1.2 Sismología

La normativa nacional de aplicación es la NCSE-02 (Ref 10) que proporciona una aceleración básica para el emplazamiento de Cofrentes de 0,06 g, a la que se aplicaría un coeficiente de amplificación correspondiente a terrenos Tipo II y un coeficiente de importancia especial, obteniéndose una aceleración sísmica de 0,081 g.

No obstante, dadas las características de la instalación, se han adoptado unos criterios más restrictivos en este sentido que se detallan a continuación.

El 10 CFR 72.103 (Ref 27) establece que en la construcción de una instalación independiente para el almacenamiento de combustible irradiado se debe considerar un sismo de diseño (DE) que es equivalente al sismo de parada sin riesgo (SSE) aplicado a centrales en operación.

El diseño sísmico de CNC se basa en un sismo de parada sin riesgo (SSE) con una aceleración horizontal máxima del terreno para periodo nulo (ZPGA) de 0,17 g. (Sección 2.5.2.10 del EFS, Ref 2). Para el movimiento vertical del terreno se consideró la misma aceleración máxima que para movimiento horizontal y los espectros de respuesta del sismo de parada sin riesgo se presentan en la Sección 3.7.1 del EFS (Ref 2).

En los estudios de márgenes sísmicos realizados en CNC, utilizados posteriormente y ampliados en el contexto de las Pruebas de Resistencia realizadas a las centrales nucleares tras el accidente de la central japonesa de Fukushima Daichi, se fijó un terremoto base de comparación (RLE) correspondiente a una aceleración horizontal máxima del terreno (ZPGA) de 0,3 g.

De acuerdo con ello, se adopta como sismo de diseño de las losas del ATI-100 los espectros de respuesta de la RG 1.60 (Ref 11) escalados a una aceleración horizontal máxima del terreno (ZPGA) de 0,3 g. Este sismo es envolvente del input sísmico licenciado en el emplazamiento.

La aceleración y los espectros considerados son los aplicables en la evaluación de márgenes sísmicos.

El amortiguamiento empleado será el definido en la RG 1.61 (Ref 16) para estructuras de hormigón armado.

2.1.3 Hidrogeología

Emplazamiento del ATI-100

Respecto a las aguas subterráneas y el nivel freático en la zona, en el Estudio Geotécnico del emplazamiento del ATI-100 (Ref 13) se ha detectado el nivel freático a cotas variables comprendidas entre +352,1 y +353,8 m en la zona de almacenamiento de contenedores, unos 16 m por debajo de la cota de explanación media (+369,25 m). Esta agua subterránea correspondería con acuíferos colgados emplazados en diferentes formaciones de conglomerados (UG 2.1- Limos areno-arcillosos con intercalación de conglomerados (Mioceno) y UG 2.2- Conglomerados, areniscas y limolitas (Mioceno)).
Dichas mediciones del nivel freático han sido obtenidas en los sondeos S-46 y -S47 mediante la realización de un piezómetro abierto, determinándose a las siguientes profundidades/cotas relativas sobre el nivel de mar:

Tabla -2-8. Medidas del nivel freático realizadas ATI-100

Sondeo	Profundidad nivel freático (m)	UTM Huso 30 (ETRS89)		Cota de boca del sondeo Ci	Cota nivel freático. CNF
		X	Y		
S-46	21,2	668200	4342896	373,3	352,1
S-47	19,7	668123	4342892	373,5	353,8

La ubicación correspondiente a los sondeos S-46 y S-47 se indica rodeada en azul sobre la siguiente figura:

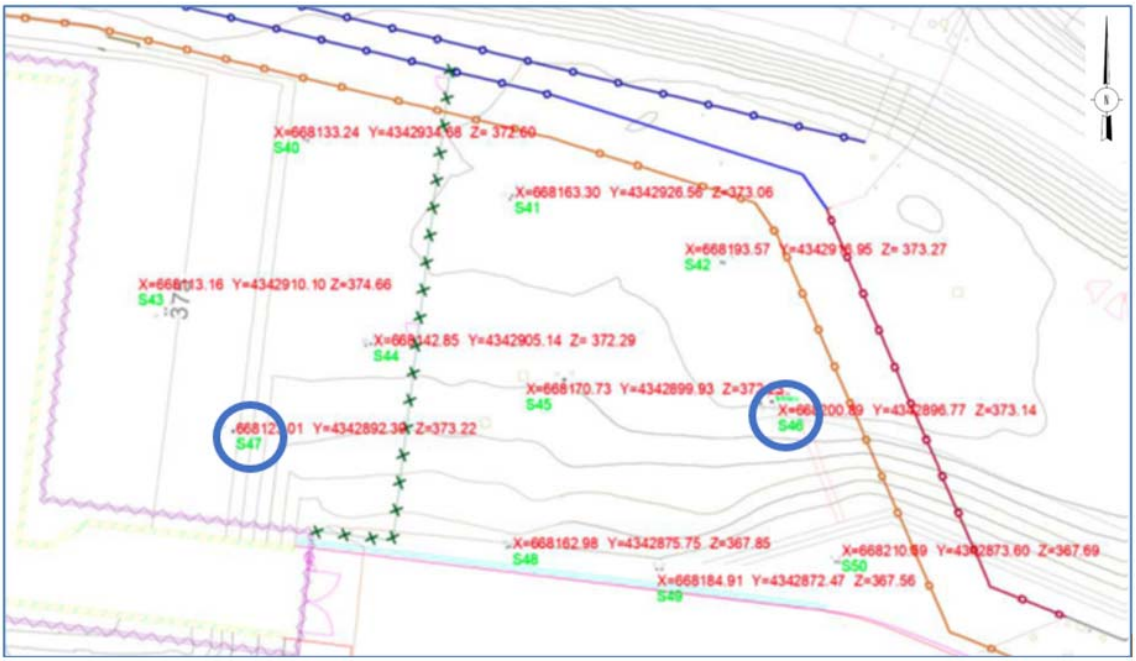


Figura 2-3. Ubicación de los sondeos para la caracterización del ATI-100. Coordenadas y cotas topográficas del terreno. Piezómetros S-46 y S-47 (en azul)

Los datos recogidos de la campaña geotécnica realizada para el ATI-24 son consistentes con un modelo de circulación de flujo en que los aportes del Mioceno profundo pueden alcanzar el Mioceno superior y la base de la terraza. Otro hecho destacable observado durante la excavación del ATI-24 es la práctica ausencia de rezúmenes de agua en las paredes de la excavación, en la zona de contacto entre la terraza cuaternaria y el contacto con Mioceno alterado, durante el periodo en que los taludes estuvieron expuestos, lo que vuelve a apoyar la idea de la no funcionalidad hidrogeológica de esta terraza.

De esta forma, el acuífero colgado y poco abundante detectado en el emplazamiento no presenta aporte externo a parte del aporte pluviométrico, y tiende a drenar de forma natural y difusa por sus flancos norte, oeste y sur al encontrarse el emplazamiento del ATI-100 sobre una cuerda alomada sobreelevada respecto a los terrenos circundantes que a su vez se encuentra sobre un nivel mucho menos permeable en su base.

A pesar de que no son previsibles variaciones significativas del nivel freático y no se prevé la posibilidad de fenómenos de subpresión que puedan afectar a las cimentaciones, el ATI-100 dispondrá de un sistema de drenaje subterráneo bajo las losas de almacenamiento de contenedores para captar y evacuar dichas aguas en el hipotético caso de que se produjera la subida del nivel freático.

2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL PREVISTO

2.2.1 Zona de almacenamiento

La zona de almacenamiento, de forma irregular, dimensiones (L x B) 115 x 65 m y orientación 7º con el Norte Geográfico y de Planta, dispuesta con pendiente oeste-este entre las cotas +370,00 m y +368,85 m, constará de dos losas sísmicas en las que se ubicarán los contenedores, así como del foso de transferencia de contenedores, un pasillo distribuidor entre las losas, la rampa de acceso y el área pavimentada circundante para las maniobras de manejo y disposición de los contenedores en las losas de almacenamiento. El área total de la zona será de aproximadamente 6700 m^2.

La zona está rodeada por un muro perimetral de hormigón de entre 6 y 2 metros de altura libre, cuyo trasdós se rellenará de tierras hasta coronación, a partir de donde arranca el talud de desmonte o terraplén según el caso (a excepción del muro del lado oeste del ATI-100 que no se rellenará con tierras al compartirse con el muro este del ATI-24 y del lado sur que lindará con la explanada de maniobras).

2.2.1.1 Losas de almacenamiento

La función principal de las losas del ATI-100 es constituir una superficie de apoyo estable a los 85 contenedores previstos, depositados verticalmente sin anclar, evitando el vuelco o deslizamiento de los mismos en caso de sismo. Por ello, las losas del ATI-100 se diseñan para soportar el sismo de diseño.

Las dimensiones de cada una de las losas son las siguientes:

- Losa norte: de forma irregular, y de dimensiones de sus lados en su máxima longitud (L x B) 80,3 x 22,5 m^2. Superficie: 1700 m^2.
- Losa sur: de forma rectangular, siendo las dimensiones de sus lados (L x B) 80,3 x 17,5 m^2. Superficie: 1400 m^2.

El espesor de ambas losas será de 1,067 m y la superficie terminada quedará comprendida entre las cotas +369,95 m y +369,15 m. La orientación de ambas losas es tal que el lado corto de las mismas formará 7º con el Norte Geográfico y de Planta.

Los contenedores se dispondrán sobre cada losa en filas paralelas adaptándose a la geometría de la losa, separados entre centro de contenedores y al borde de la losa de acuerdo con las características de los contenedores. En cada fila los contenedores tendrán una separación entre ejes de 5,6 metros y la distancia del eje del contenedor al borde de cada losa será de 3,75 metros.

Las losas de almacenamiento se diseñarán y construirán de acuerdo con el código de diseño ACI 318 (Ref 12) y la normativa española Código Estructural-21 (Ref 18), aplicando la más restrictiva en cada aspecto. Las combinaciones de carga empleadas en su diseño son las correspondientes a la tabla 4.3 de la normativa NUREG-2215, (Ref 17).

De acuerdo con la normativa aplicable (subparte K del 10 CFR 72 (Ref 22), que requiere analizar la respuesta dinámica del terreno, se evaluará el comportamiento dinámico del ATI-100 para comprobar que los contenedores dispuestos sobre las losas de almacenamiento no volcarán en caso de sismo ni de otras condiciones anormales o accidentales postuladas, ni sufrirán rotación o desplazamiento excesivo. En los cálculos dinámicos se determinarán también las cargas dinámicas a considerar en el análisis estructural de las losas para demostrar que soportan las cargas dinámicas y estáticas de los contenedores almacenados y que se cumplen las condiciones que garantizan la validez de las hipótesis del estudio de seguridad del contenedor.

Para las comprobaciones anteriores, se elaborará un análisis de la interacción suelo-estructura con las características del terreno obtenidas mediante los ensayos geotécnicos, de acuerdo con la norma NUREG-0800 (Ref 28).

El dimensionamiento estructural de las losas tendrá en cuenta asimismo la carga térmica transmitida por los contenedores a la losa.

2.2.1.2 Pasillo distribuidor

Entre las dos losas se dispondrá un pasillo distribuidor de hormigón armado y dimensiones (L x B) 80,3 x 11 m sobre el que se realizarán las maniobras y el transporte necesario en la colocación de los contenedores en las losas de almacenamiento. El canto de este pasillo distribuidor de hormigón será de 75 cm. Al igual que las losas de contenedores, la superficie terminada quedará comprendida entre las cotas +369,95 m y +369,15 m.

2.2.1.3 *Área Pavimentada*

Rodeando las losas de almacenamiento y el pasillo distribuidor existirá un área pavimentada, de hormigón armado con un espesor previsto de 75 cm, que permitirá el acceso entre la rampa de acceso a la zona de almacenamiento hasta el pasillo distribuidor y las losas de contenedores.

Su superficie acabada discurrirá desde la cota +370,00 en su extremo oeste descendiendo hacia el este con una pendiente del 1,14%.

2.2.1.4 *Muro perimetral y taludes*

Toda la zona de almacenamiento estará rodeada por un muro perimetral de hormigón armado. La tipología de los muros, de gravedad o ménsula, así como la altura de los mismos varía en función de su ubicación, encontrándose entre 6,5 y 2 m de altura de la siguiente forma:

- Muro oeste: h= 6,5 m → Muro ménsula existente ATI-24.
- Muro norte: h = de 6,5 m a 3 m → Muro ménsula y muro de gravedad.
- Muro este: h = de 5 m a 2 m → Muro de gravedad.
- Muro sur: h= de 6,5 m a 2 m → Muro ménsula existente ATI-24 + muro ménsula h=2 m.

Las secciones de los muros tipo son las siguientes:

- Muro Oeste ATI-100 (existente):
  - Espesor de muro: 0,75 m.
  - Altura desde cota superior de cimentación: 6,50 m.
  - Ancho de zapata total: 6,00 m.
  - Puntera: 1,00 m.
    - Talón: 4,25 m.
    - Tacón: 0,5 x 0,8 m (ancho x alto)
  - Espesor de zapata: 1 metro

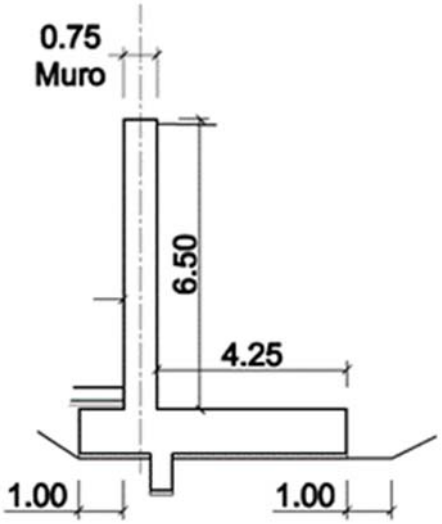


Figura 2-4.Sección muro Oeste existente (cotas en metros)

- Muro Sur del ATI-100 (muro norte del pasillo de conexión existente):
  - Espesor de muro: 75 cm.
  - Altura máxima desde cota superior de cimentación: 6,50 m.
  - Altura mínima desde cota superior de cimentación: 1,50 m.
  - Ancho de zapata total: 6,00 m.
    - Talón: 5,25 m.
    - Tacón: 0,50 x 0,80 m (ancho x alto)
  - Espesor de zapata: 1 m.

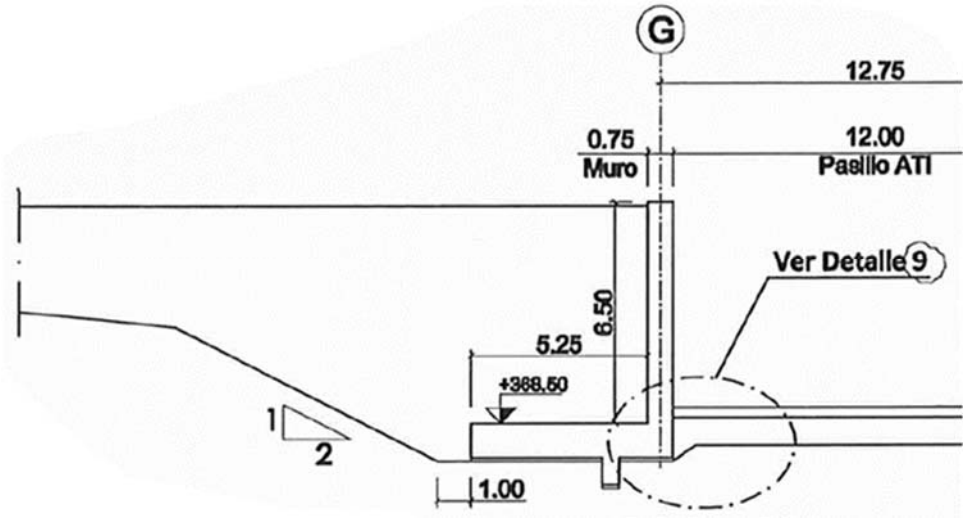


Figura 2-5. Sección muro Sur existente de altura variable (en la figura h=6,5 m, altura máxima del tipo de muro) (cotas en metros)

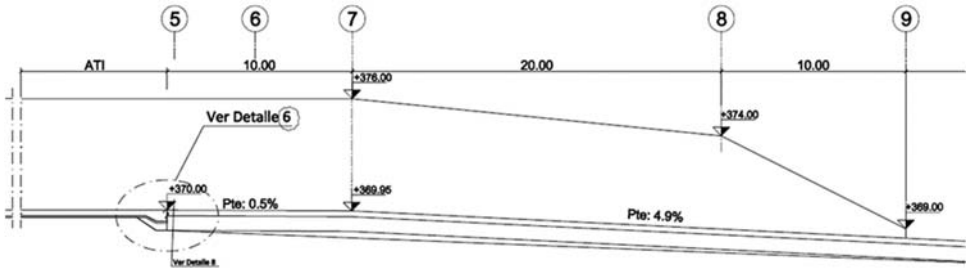


Figura 2-6. Perfil muro Sur existente a recrecer parcialmente hasta altura h=2m

- Muro Sur del ATI-100:
  - Espesor de muro: 40 cm.
  - Altura máxima desde cota superior de cimentación: 2,35 m.
  - Ancho de zapata total: 1,80 m.
    - Puntera: 1,4 m.
  - Espesor de zapata: 0,40 m

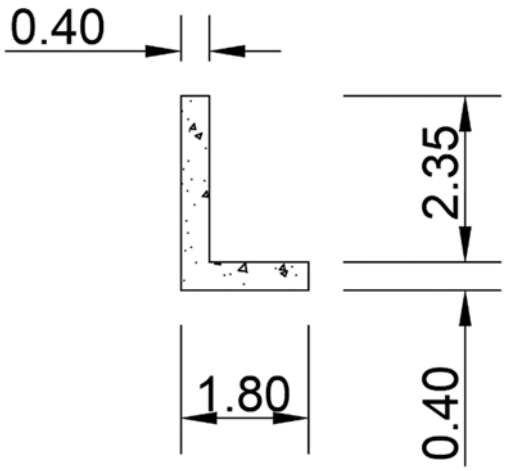


Figura 2-7. Sección muro sur (cotas en metros)

- Muros Norte y Este son las siguientes
  - Espesor de muro en coronación: 0,75 m.
  - Espesor de muro en base: 2 m.
  - Altura desde cota superior de cimentación: 5,00 m.
  - Ancho de zapata total: 3,00 m.
    - Puntera: 1,00 m.

- Talón: 2,00 m.
- Tacón: 50 x 75 cm (ancho x alto)

- Espesor de zapata: 0,5 m.

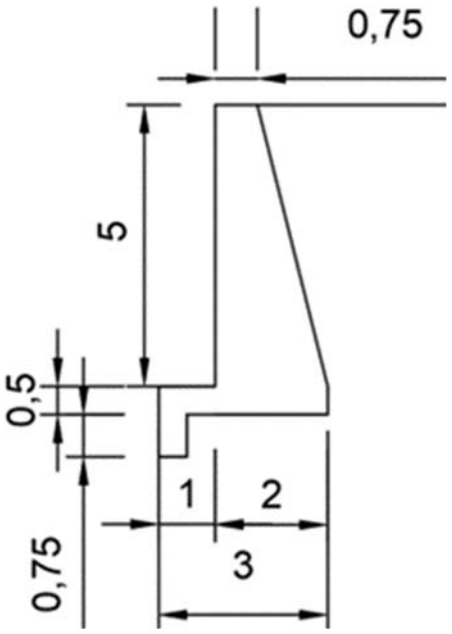


Figura 2-8. Sección muro norte y este (en la figura h= 5 m, altura máxima del tipo de muro) (cotas en metros)

El trasdós de los muros de los lados norte y este se rellenarán hasta la cota del terreno natural con tierras procedentes de la excavación, si su caracterización de acuerdo con el PG-3 (Ref 29) así lo permite.

En el estudio geotécnico realizado de la parcela en la que se ubicará el ATI-100 se presenta el resumen de las comprobaciones realizadas de la estabilidad de taludes en fase de excavación y tras el relleno del trasdós de los muros.

Los muros perimetrales del ATI-100 se diseñarán para soportar el sismo de diseño definido en la sección 2.1.2.

2.2.2 Rampa de acceso a la zona de almacenamiento de contenedores

El acceso a la zona de almacenamiento se realizará a través de una rampa de 28 m de longitud y 11 m de ancho situada en la esquina sureste de la zona de almacenamiento. La rampa de acceso se encontrará entre las cotas +367,65 m junto al vial que da acceso a la explanada de maniobras y finaliza a la cota +368,90 m en la zona de almacenamiento presentando una pendiente media del 4,5% y pendiente máxima del 7,5% en el tramo central. Lateralmente la rampa de acceso dispondrá de muros de hormigón armado de alturas comprendidas entre los 1 m en su punto de menor altura en el muro oeste y los 5 m en el muro este en la zona de almacenamiento. El espesor del pavimento de la rampa de acceso será de 75 cm.

2.2.3 Explanada de maniobras

La explanada de maniobras del ATI existente será modificada ampliando la extensión del pavimento de hormigón para proporcionar una superficie que permita al VCT realizar las operaciones necesarias para el volteo, carga y descarga de contenedores, así como giros de vehículos de grandes dimensiones, operaciones auxiliares y transporte de contenedores hasta el ATI-100, conectando con la rampa de acceso a la instalación.

La explanada se encuentra entre las cotas +368,00 y la +367,20 y dispone de una superficie aproximada de 3600 m^2, de los que 2100 m^2 corresponderán a superficie pavimentada de hormigón (de los cuales 1300 m^2 serán repavimentación de una superficie actualmente en asfalto), 1200 m^2 a superficie pavimentada de aglomerado asfáltico y 300 m^2 corresponden a las construcciones de edificios auxiliares.

En la explanada de maniobras se actuará repavimentando aproximadamente 1300 m^2 como pavimento de hormigón y modificando las pendientes existentes para proporcionar una superficie que soporte la circulación del VCT entre las rampas de acceso al ATI-24 y al ATI-100, en el extremo norte de la explanada. Dicha superficie dispondrá de una zona de dimensiones suficientes para permitir los giros del VCT a pie de la rampa de acceso al ATI-100, así como de pendientes superficiales de drenaje para pluviales de comprendidas entre aproximadamente el 1,5% y el 1,15% hacia el Sur, generando una superficie continua y transitable con el resto de la explanada y el vial al norte de las torres de refrigeración.

Debido a que será una superficie en la que el VCT realizará gran cantidad de giros y maniobras, se dispondrá un acabado superficial con materiales altamente resistentes a la abrasión sobre el canto de 50 cm de la sección.

Las superficies sobre las que se actuará ampliando la extensión de pavimento de hormigón serán las siguientes:

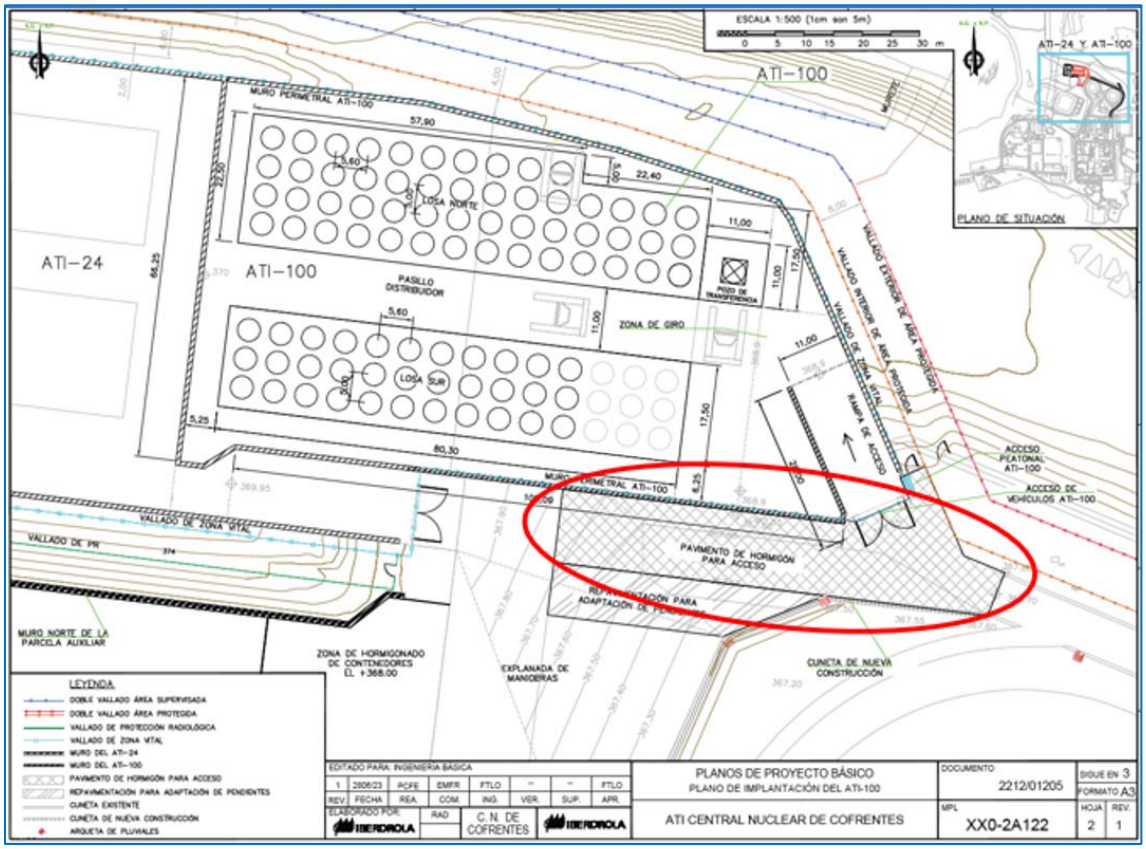


Figura 2-9. Zona de ampliación de pavimento de hormigón en la explanada de maniobras (sombreada y rodeada en rojo)

2.3 SISTEMA ENVOLVENTE, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO.

El ATI-100 se realizará en hormigón armado en su totalidad y dispondrá de los siguientes sistemas e instalaciones.

2.3.1 Red de drenaje

Las aguas de pluviales de las instalaciones del ATI-100 se tratarán tal y como se indica en los siguientes subapartados.

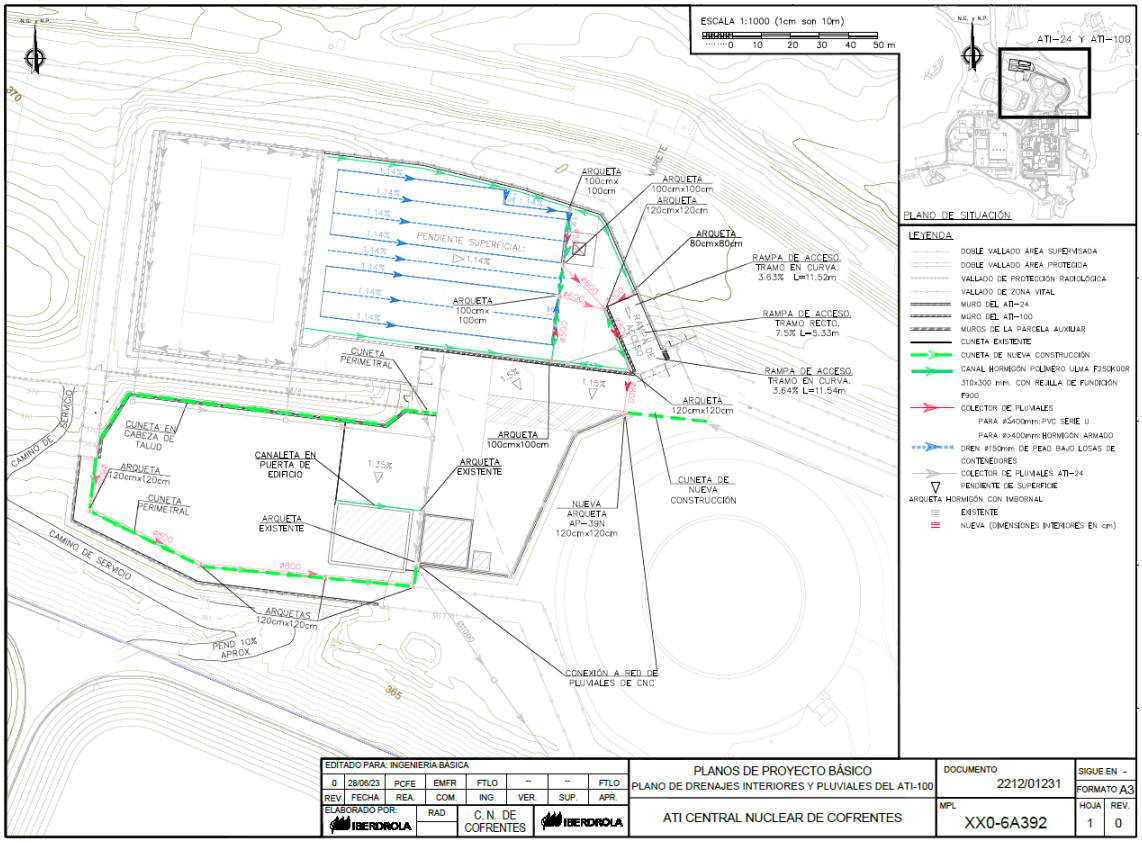


Figura 2-10. XX0-6A392 Plano de drenajes interiores y pluviales del ATI-100 (Ref 30)

2.3.1.1 Aguas procedentes de la zona de almacenamiento de contenedores

Se procederá a la recogida y transporte de las aguas pluviales, recogiéndose estas mediante canaleta perimetral en la instalación y cunetas en la explanada de maniobras. Se prestará especial atención a la recogida de pluviales a pie o coronación de los muros resultantes de la actuación. Las aguas recogidas tanto en la zona de contenedores como en la explanada de maniobras se transportarán a las balsas del sistema general de recogida de aguas de CNC mediante conducciones subterráneas con sus correspondientes arquetas.

Además, se dispondrá de un sistema de drenaje subterráneo bajo las losas de contenedores y los muros perimetrales que recogerá las aguas procedentes de una posible elevación del nivel freático, así como de las posibles aguas infiltradas en el trasdós de los muros.

2.3.1.2 Aguas procedentes de la modificación en la explanada de maniobras

La superficie de hormigón ejecutada para conectar el acceso desde la explanada de maniobras hasta el ATI-100 presentará una pendiente de aproximadamente el 1,5% en dirección sur-sureste, contando en su extremo sur con un tramo de acuerdo con la explanada con pendientes puntuales de hasta el 3% y continuando con las pendientes existentes en la explanada. Así, las aguas procedentes de las pluviales serán

conducidas hasta la cuneta perimetral del lado este de la explanada y posteriormente transportadas mediante colectores subterráneos hasta la red de pluviales de CNC.

La red de drenaje de pluviales de la instalación del ATI-100 se conectará a la red de pluviales existente ejecutada en la construcción del ATI-24 alrededor de la explanada de maniobras, llevando así las aguas recogidas hasta las balsas del sistema general de recogida de aguas de CNC.

2.3.1.3 Aguas procedentes de la parcela auxiliar

La parcela auxiliar dispondrá de una cuneta perimetral en los lados Oeste y Sur de la misma. Las aguas de pluviales recogidas en esta cuneta serán transportadas hasta la red de pluviales de CNC, conectándose a ésta alrededor de la explanada de maniobras, a través de arquetas y colectores enterrados.

2.3.1.3.1 Superficies pavimentadas

La superficie de hormigonado de contenedores dispondrá de una pendiente suficiente de aproximadamente el 1,35% para la evacuación de pluviales, que serán recogidas en las cunetas perimetrales de los lados oeste y sur de la parcela auxiliar y transportadas hasta las balsas de vertidos de CNC a través de colectores enterrados.

2.3.1.3.2 Edificio auxiliar del ATI-100

El edificio auxiliar del ATI-100 dispondrá de una cubierta a dos aguas con canalones en sus fachadas laterales, de tal manera que se recojan las pluviales y lleven a la cuneta al sur de la parcela a través de bajantes situadas en el extremo sur del edificio. Las aguas de pluviales recogidas en esta cuneta serán transportadas hasta la red de pluviales de CNC, conectándose a ésta alrededor de la explanada de maniobras, a través de arquetas y colectores enterrados hasta las balsas de vertidos de CNC.

2.3.2 Urbanización

2.3.2.1 Viales

El transporte de los contenedores desde el Edificio de Combustible de CNC hasta el ATI se realizará a través de los viales existentes en planta, no siendo necesaria la ampliación de los mismos. La trayectoria a realizar por parte del vehículo de transporte (VCT) será de aproximadamente 1150 m de longitud circulando por viales compuestos por dos carriles de 3,5 m de ancho cada uno y arcenes laterales de 1 m a cada lado (a excepción del tramo al norte de las torres de refrigeración, de arcenes de 0,5 m de ancho), formando una plataforma de 9 m de anchura total. El radio de giro mínimo existente en el recorrido del vehículo de transporte desde el edificio de combustible hasta la explanada de maniobras del ATI es de 18,5 m a eje. La trayectoria se muestra en la Figura 2-11:

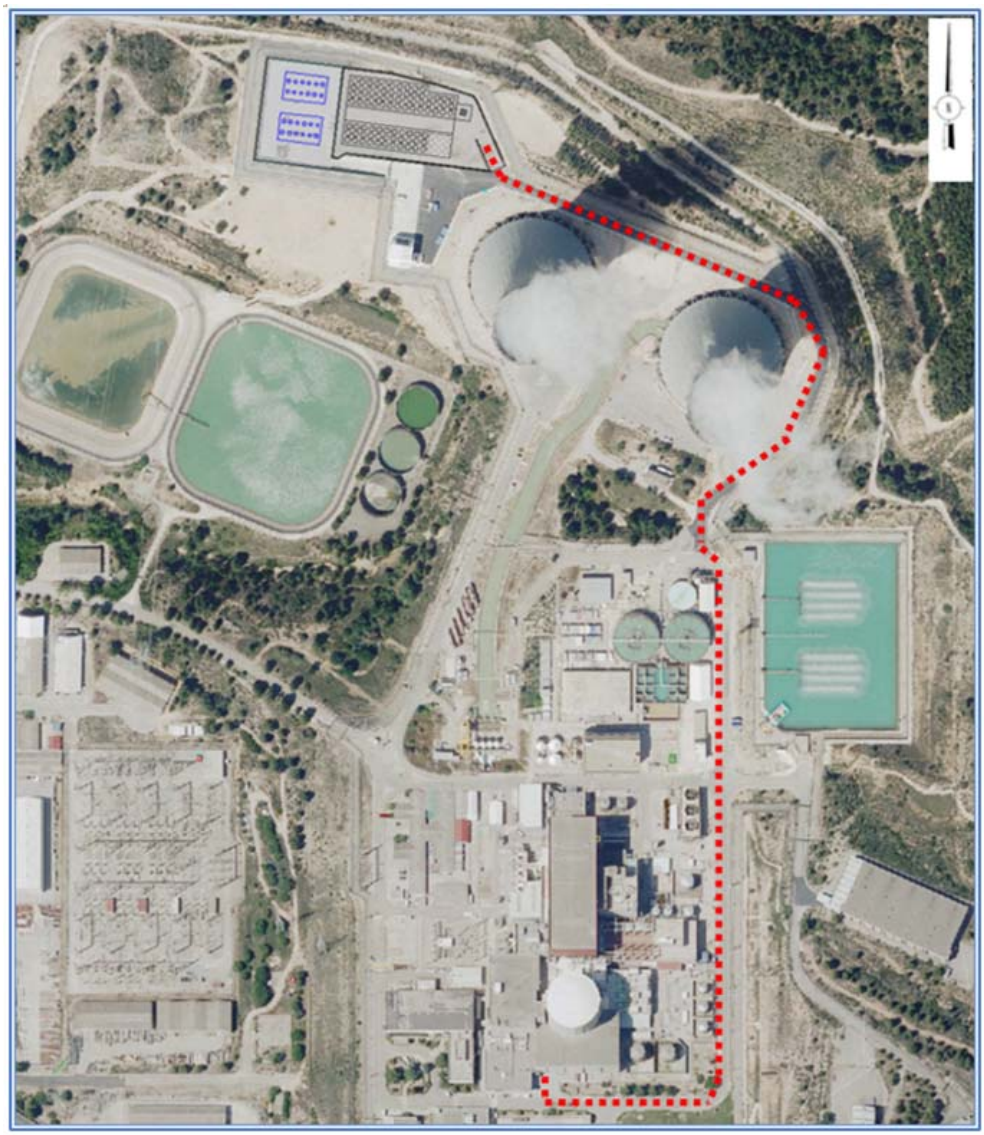


Figura 2-11. Recorrido desde el Edificio de Combustible hasta el ATI-100

Todos los viales y la explanada de maniobras disponen de cuneta para la recogida de pluviales conectada a la red de drenajes existente de la central mediante las correspondientes pendientes transversales de los viales.

2.3.3 Parcela auxiliar

Debido a la necesidad de disponer de infraestructuras auxiliares y espacios para el funcionamiento de la instalación del ATI-100, se realizará el relleno controlado de una parcela existente en CNC ubicada al sur del ATI-24 y al oeste de la explanada de maniobras del ATI. La cota de finalización aproximada de la parcela será la +368,00.

La excavación a realizar en la zona de almacenamiento de contenedores, donde será necesario rebajar de media el terreno aproximadamente 4 metros, producirá un volumen

de desmonte de aproximadamente 25.000 m^3 de tierras que será empleado parcialmente en la formación de esta parcela auxiliar.

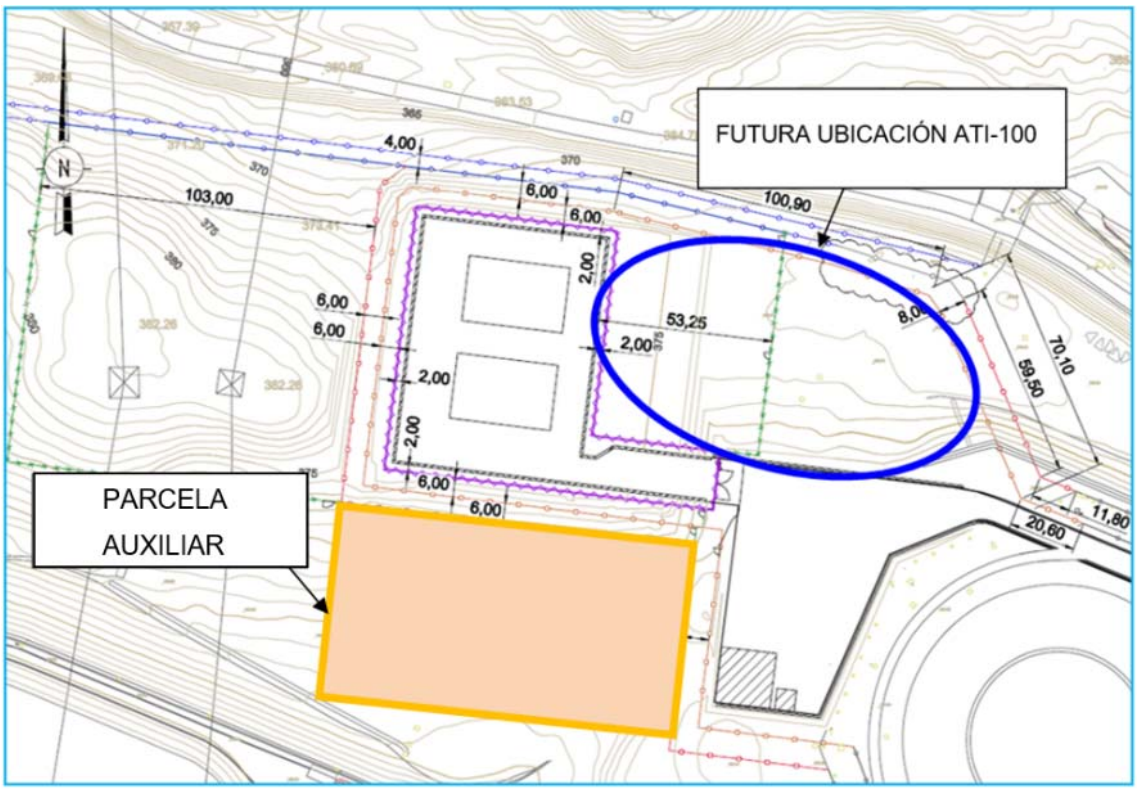


Figura 2-12. Ubicación del ATI-24, ATI-100 y parcela auxiliar



Figura 2-13. Ubicación parcela auxiliar y representación de elementos a disponer

De acuerdo con el informe geotécnico, los materiales procedentes de la excavación del ATI-100 han sido clasificados como materiales adecuados o tolerables según PG3 (Ref 29) en campañas anteriores, por lo que son válidos para su uso en cimiento, núcleo de terraplenes, rellenos e incluso como capa de asiento o explanada. No obstante, antes de proceder a su uso como material de relleno se realizarán los correspondientes ensayos de caracterización del terreno para confirmar la clasificación de los materiales según PG3 (Ref 29). Igualmente, se valorará previamente la necesidad de realizar el machaqueo del material para su utilización como relleno.

Para maximizar la capacidad de volumen de tierras de relleno de la parcela, se ejecutará un muro de contención en el extremo sur y oeste de la parcela, procediendo posteriormente a ejecutar el relleno mediante tongadas con espesor adecuado y grado de humedad determinado con material procedente de la excavación de la parcela del ATI-100. Las tongadas en zonas de desnivel quedarán trabadas entre sí mediante escalones con el fin de mejorar la nivelación y la correspondiente compactación, ya que de otro modo las zonas deprimidas que no son pisadas por el rodillo quedarán deficientemente compactadas.

La parcela auxiliar quedará delimitada al norte mediante un pequeño muro de contención de tierras del talud del trasdós del muro sur del ATI-24.



Figura 2-14. Situación actual parcela auxiliar

El camino existente al sur de la parcela de relleno de tierras se desplazará aproximadamente 10 m hacia el sur, quedando en cualquier caso el acceso habilitado.

3. CUMPLIMIENTO DEL CTE. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

Como normativa de referencia para establecer las bases de diseño del PCI del ATI-100 se considerará la instrucción del CSN IS-30 (Ref 21), el 10 CFR 72.122(c) (Ref 22) y la guía de seguridad GS 01.19 (Ref 23), en lo que sean aplicables a este tipo de instalación. Una vez definidos los sistemas de detección y extinción a implantar, se emplearán los criterios de la normativa NFPA para diseñar los sistemas de PCI en cada una de las zonas. Sin embargo, los equipos se especificarán según la normativa europea aplicable, para facilitar su compra y mantenimiento, siempre que no contravenga ningún criterio de la norma de diseño que derive en una pérdida de capacidad del sistema.

En cada zona se tendrán los equipos siguientes:

- Explanada del ATI-100 y exteriores: constará de Sirena exterior e Hidrantes.
- Edificio de Control del ATI (existente): consta de Centralita, Detectores, Pulsadores de alarma, Sirena interior, Señalización e Iluminación de emergencia, y Extintor portátil.
- Edificio Auxiliar del ATI (existente): consta de Detectores, Pulsadores de alarma, Sirena interior, Señalización e Iluminación de emergencia, y Extintor móvil.
- Edificio Auxiliar del ATI-100 (de nueva ejecución): constará de Detectores, Pulsadores de alarma, Sirena interior, Señalización e Iluminación de emergencia, y Extintor móvil.

4. REFERENCIAS

Ref 1. Sexto Plan General de Residuos Radiactivos. Consejo de Ministros de fecha 23 de junio de 2006

Ref 2. Estudio Final de Seguridad Rev. 52, mayo 2016.

Ref 3. Guía de Seguridad GS-08.01 del CSN, Protección física de los materiales nucleares en instalaciones nucleares y en instalaciones radiactivas

Ref 4. Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001 y modificado por Real Decreto 1439/2010.

Ref 5. Documento "Comprobación de servicios enterrados en la ruta de transporte de contenedores al ATI", MPL XX0-5A272, ID SAP 2212/00157, revisión 1, fecha 18/12/2020.

Ref 6. Instrucción IS-29, de 13 de octubre de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios de seguridad en instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad. BOE nº 265 de 2 de noviembre de 2010

Ref 7. DOE 06. Manual de Protección Radiológica de C.N. Cofrentes, Revisión 19 (marzo 2016).

Ref 8. Código Técnico de la Edificación. Aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo. Modificado por Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre. Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 25-enero-2008).

Ref 9. Código Estructural-21, Código Estructural, Real Decreto 470/2021, de 29 de junio de 2021.

Ref 10. Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

Ref 11. Regulatory Guide 1.60. Design Response Spectra for Seismic Design of Nuclear Power Plants. U.S. Nuclear Regulatory Commission. Revision 1 (December 1973).

Ref 12. *ACI 318, Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, 2011*.

Ref 13. Documento "ATI-100. Estudio geotécnico del emplazamiento. Central Nuclear de Cofrentes", realizado por Codexsa, N/RF: GT.2022/30, revisión 0, fecha 11/2022.

Ref 14. Documento "Criterios de diseño del ATI", MPL D26-5A608, ID 16IBE15000341035, revisión 1, fecha 01/07/2017.

Ref 15. HI-2230490 Information for the application for the Cofrentes NPP ISFSI execution and construction authorization, Holtec International. 27/06/2023.

Ref 16. *Regulatory Guide 1.61. Damping values for seismic design of nuclear power plants. U.S. Nuclear Regulatory Commission. Revision 1 (March 2007*).

Ref 17. *NUREG 2215. Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Systems and Facilities. US NRC. Abril 2020.*

Ref 18. *Código Estructural-21, Código Estructural, Real Decreto 470/2021, de 29 de junio de 2021.*

Ref 19. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002.

Ref 20. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Ref 21. Instrucción IS-30, revisión 1, de 21 de febrero de 2013, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares, BOE nº 63 de 14 de marzo de 2013.

Ref 22. *10 CFR 72. Licensing requirements for the independent storage of spent nuclear fuel, high-level radioactive waste, and reactor-related greater than Class C waste*.

Ref 23. Guía de seguridad 01.19 del CSN. Requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares, 19 de enero de 2011.

Ref 24. CNCOF/COF/SG/11/07. Instrucción Técnica Complementaria a C.N. Cofrentes en relación con el desarrollo de medidas de mitigación para responder a sucesos más allá de la base de diseño relacionados con la pérdida potencial de grandes áreas de las centrales nucleares. 30 de junio de 2011.

Ref 25. CSN/ITC/SG/COF/12/02. Instrucción Técnica Complementaria en relación con el cumplimiento por parte de C.N. Cofrentes de la ITC de 1 de Julio de 2011 sobre sucesos con pérdida potencial de grandes áreas de las centrales nucleares. 26 de julio 2012.

Ref 26. CSN/ITC/SG/COF/13/05. Instrucción Técnica Complementaria en relación con la adaptación de las ITC Post-Fukushima de C.N. Cofrentes. 9 de abril de 2014.

Ref 27. 10 CFR 72.103. Licensing requirements for the independent storage of spent nuclear fuel, high-level radioactive waste, and reactor-related greater than Class C waste. Geological and seismological characteristics for applications for dry cask modes of storage on or after October 16, 2003.

Ref 28. *NUREG-0800. SRP-3.7.1. Seismic Design Parameters. US NRC. Revisión 4. Diciembre 2014*

Ref 29. PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes. 2015.

Ref 30. Plano de drenajes interiores y pluviales. MPL XX0-6A392. ID 2212/01231. Proyecto ATI-100. Central Nuclear de Cofrentes. Revisión 0. 28/06/2023.

5. NORMATIVA APLICABLE AL PROYECTO DEL ATI-100

La Normativa de aplicación general para el presente proyecto es:

- Normativa nacional y UE

- Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 13 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas. Texto consolidado el 26/03/2015.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (Directiva 96/29/EURATOM). Actualizado el 08/11/2010 mediante el Real Decreto 1439/2010.
- Real Decreto 1400/2018, de 23 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Seguridad Nuclear en Instalaciones Nucleares.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 555/1986, por el que se implanta la obligatoriedad de un Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas, en sus disposiciones aplicables.
- Norma UNE 73401 de junio 1995 Garantía de calidad en Instalaciones nucleares.
- Consejo de Seguridad Nuclear. Guías de Seguridad de la Serie 10 (Garantía de Calidad).
- Consejo de Seguridad Nuclear. Instrucciones de Seguridad núm. 19, 20, 24, 26, 29, 30, 31, 34, 35 y 39.
- Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR-2019).
- RID – 2019 Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril.
- Consejo de Seguridad Nuclear. Guía de Seguridad 6.4: “Documentación relativa a solicitud de autorizaciones para el transporte de material radioactivo. Aprobaciones de bultos y autorización para envíos”. 2006.

- Internacionales:

- IAEA Safety Standards Series Nº SSR-6, “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material. 2018 Edition”. Vienna 2018.
- IAEA Safety Standard Series Nº SSG-15, “Storage of Spent Fuel" Vienna 2020.

- IAEA Safety Standard Series Nº SSG-26, “Advisory Material for the IAEA regulations for the safe transport of radioactive material" Vienna (Edición de 2012).
- IAEA Safety Standards Series Nº GSR-2, “Leadership and Management for Safety”
- ICRP Reports 30, 60, 61 y 74.

- Otras reglamentaciones, guías, códigos y normas:

- 10 CFR Part 72, "Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste, and Reactor-Related Greater than Class C Waste”.
- 10 CFR Part 71, "Packaging and Transportation of Radioactive Materials”.
- Regulatory Guide 3.53, “Applicability of Existing Regulatory Guides to the Design and Operation of an Independent Spent Fuel Storage Installation”. USNRC
- Regulatory Guide 3.54, “Spent Fuel Heat Generation in an Independent Spent Fuel Storage Installation". USNRC
- Regulatory Guide 3.60, “Design of an Independent Spent Fuel Storage Installation (Dry Storage)”. USNRC
- Regulatory Guide 3.61, "Standard Format and Content for a Topical Safety Analysis Report for a Spent Fuel Dry Storage Cask”. USNRC
- Regulatory Guide 7.9, “Standard Format and Content of Part 71 applications for approval of Packages for Radioactive Material”. USNRC
- Regulatory Guide 7.10, “Establishing Quality Assurance Programs for Packaging Used in Transport of Radioactive Materials”. USNRC
- Regulatory Guide 8.8, “Information Relevant to Ensuring that Occupational Radiation Exposure at Nuclear Power Stations will be As Low As Reasonably Achievable”. USNRC
- Regulatory Guide 8.10, “Operating Philosophy for Maintaining Occupational Radiation Exposures As Low As Reasonably Achievable”. USNRC
- NUREG-2214, “Managing Aging Processes in Storage (MAPS) Report”. USNRC
- NUREG-2215, “Standard Review Plan for Dry Cask Storage Systems and Facilities”. USNRC
- NUREG-2216, “Standard Review Plan for Transportation Packages for Spent Fuel and Radioactive Material”. USNRC
- NUREG-2224, “Dry Storage and Transportation of High Burnup Spent Nuclear Fuel”. USNRC.
- NUREG-0554, "Single Failure-Proof Cranes at Nuclear Power Plants". USNRC
- NUREG-0612, "Control of Heavy Loads for Nuclear Power Plants". USNRC
- NUREG/CR-6407, "Classification of Transportation Packaging and Dry Spent Fuel Storage System Components According to Important to Safety". USNRC
- ANSI B30.9, “Slings”.

- ANSI N14.5, "Radioactive Materials - Leakage Tests on Packages for Shipment"
- ANSI N14.6, "Special Lifting Devices for Shipping Containers Weighing 10,000 Pounds (4500 kg) or More".
- ANSI N16.1, “Safety Standards for Operations with Fissionable Materials Outside Reactors”.
- ANSI/ANS 8.1, “Nuclear Criticality Safety in Operations with Fissionable Materials Outside Reactors”.
- ANSI/ANS 8.17, “Criticality Safety Criteria for the Handling, Storage and Transportation of LWR Fuel Outside Reactors”.
- ANSI/ANS 57.9-1984 "Design Criteria for an Independent Spent Fuel Storage Installation (Dry Storage Type)".
- USNRC Interim Staff Guidances (ISG) de la sección de Almacenamiento y Transporte de Combustible Gastado (según sea aplicable).
- Código ASME, Sección III.
- ASTM C1562-10: “Evaluation of materials used in extended service of interim spent nuclear fuel dry storage systems”.

- Procedimientos y especificaciones de Enresa:

- 044-GC-EN-0001 “Programa general de garantía de calidad para el proyecto de contenedores”.
- 044-ES-IA-0039 “Especificación Técnica para la elaboración de planes de gestión de vida de sistemas de almacenamiento / transporte de combustible gastado”. Así mismo, toda la regulación y documentación de referencia indicadas en el apartado 3.2 de esta especificación.

- Normativa civil y estructural

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación, modificado por los Reales Decretos 173/2010 y 732/2019.
- Código Estructural-21, Código Estructural, Real Decreto 470/2021, de 29 de junio de 2021
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02).
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la Recepción del Cemento RC-16.
- Instrucción 5.2-IC, Drenaje superficial de carreteras. Aprobada por Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero.
- Instrucción 6.1-IC, Secciones de firme en carreteras. Aprobada por Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre.
- PG-3, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.
- RG 1.60, Design response spectra for seismic design of Nuclear Power Plants.
- RG 1.61, Damping values for seismic design of Nuclear Power Plants.
- RG 1.92, Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis.

- RG 1.132, Site investigations for foundations of Nuclear Power Plants.
- RG 1.138, Laboratory investigations of soils and rocks for engineering analysis and design of Nuclear Power Plants.
- RG 3.73, Site evaluations and design earthquake ground motion for dry cask independent spent fuel storage and monitored retrievable storage Installations.
- ACI-224-R-01, Control of cracking in concrete structures.
- ACI-302.1R, Guide for concrete floor and slab construction.
- ACI 318-14, Building code requirements for structural concrete and commentary
- ACI 349-06, Code requirements for nuclear Safety-Related concrete structures.
- ACI-360R-10, Design of slabs on ground.

En caso de discrepancia entre las normas anteriores, y salvo manifestación expresa en su contra, en el presente proyecto, se entenderá que es válida la prescripción más restrictiva.

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

6. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Además de la memoria, el presente proyecto se compone de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº1. - PLANOS

Plano Nº 1: XX0-2A122 Plano de Implantación ATI-100

Plano Nº 2: XX0-6A319 Plano Topográfico. Inicial y final

Plano Nº 3: XX0-6A319 Plano de Excavación y Rellenos. Movimiento de tierras

Plano Nº 4: XX0-6A329 Plano de Sondeos

Plano Nº 5: XX0-6A339 Plano de Sistemas Afectados

Plano Nº 6: XX0-6A349 Plano de Vallados

Plano Nº 7: XX0-6A359 Plano de disposición de contenedores

Plano Nº 8: XX0-6A362 Plano de Replanteo ATI-100

Plano Nº 9: XX0-6A372 Plano de Acotados

Plano Nº 10: XX0-6A382 Plano de Urbanización

Plano Nº 11: XX0-6A392 Plano de Drenajes Interiores y Pluviales

DOCUMENTO Nº2. – INFORME GEOTÉCNICO

7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1	ATI-100 CNC	5,944,532.47 €	*100.00%*
01	EXPLANACIONES	697,044.06 €	*11.73%*
02	VALLADOS	201,286.21 €	*3.39%*
03	DRENAJE	176,284.71 €	*2.97%*
04	ESTRUCTURAS	3,698,363.50 €	*62.21%*
05	FIRMES	11,437.37 €	*0.19%*
06	INSTALACIONES	621,516.01 €	*10.46%*
07	SEGURIDAD Y SALUD	119,838.77 €	*2.02%*
08	GESTIÓN DE RESIDUOS	60,122.50 €	*1.01%*
09	CONTROL DE CALIDAD	57,379.61 €	*0.97%*
10	INTERFERENCIAS	301,259.73 €	*5.07%*

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a ***CINCO MILLONES NOVECIENTOS CUATENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS TREINTA Y DOS*** *Euros* ***CON CUARENTA Y SIETE*** *céntimos de Euro.*

Cofrentes, a 28 de julio de 2.023
El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Autor del Proyecto:
Javier González García
Nº Colegiado: 34.819

Firmado digitalmente por Javier González García
Fecha: 2023.07.28 12:22:09 +02'00'

DOCUMENTO Nº1:

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS DEL PROYECTO ATI-100

1. Plano Nº 1: XX0-2A122 Plano de Implantación ATI-100. R1
2. Plano Nº 2: XX0-6A319 Plano Topográfico. Inicial y final. R0
3. Plano Nº 3: XX0-6A319 Plano de Excavación y Rellenos. Movimiento de tierras. R0
4. Plano Nº 4: XX0-6A329 Plano de Sondeos. R1
5. Plano Nº 5: XX0-6A339 Plano de Sistemas Afectados. R1
6. Plano Nº 6: XX0-6A349 Plano de Vallados. R1
7. Plano Nº 7: XX0-6A359 Plano de disposición de contenedores. R0
8. Plano Nº 8: XX0-6A362 Plano de Replanteo ATI-100. R0
9. Plano Nº 9: XX0-6A372 Plano de Acotados. R0
10. Plano Nº 10: XX0-6A382 Plano de Urbanización. R0
11. Plano Nº 11: XX0-6A392 Plano de Drenajes Interiores y Pluviales. R0

ESCALA 1:1000 (1cm son 10m)

0 10 20 30 40 50 m

N.G. y N.P.

ATI–24 Y ATI–100

PLANO DE SITUACIÓN

ATI–100

ATI–24

LOSA NORTE

PASILLO DISTRIBUIDOR

LOSA SUR

57,90

22,40

22,50

66,25

17,50

5,00

17,50

11,00

11,00

11,00

11,00

5,25

80,30

5,25

28,00

FOSO DE TRANSFERENCIA

ZONA DE GIRO

RAMPA DE ACCESO

ACCESO PEATONAL ATI–100

ACCESO DE VEHÍCULOS ATI–100

MURO NORTE DE LA PARCELA AUXILIAR

ZONA DE HORMIGONADO DE CONTENEDORES EL +368.00

EXPLANADA DE MANIOBRAS

MURO SUR DE LA PARCELA AUXILIAR

ÁREA DE RESERVA MULTIUSOS EL +368.00

25,00

20,00

EDIFICIO AUXILIAR DEL ATI–100

EDIFICIO VCT

EDIFICIO DE CONTROL

CAMINO DE SERVICIO

PEND 10% APROX.

MURETE

370 372 374 369.95 370.20 368.9 367.50 367.55 367.60 367.70 367.20 365 362 361

LEYENDA

- DOBLE VALLADO ÁREA SUPERVISADA
- DOBLE VALLADO ÁREA PROTEGIDA
- VALLADO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
- VALLADO DE ZONA VITAL
- MURO DEL ATI–24
- MURO DEL ATI–100
- MUROS DE LA PARCELA AUXILIAR
- PAVIMENTO DE HORMIGÓN PARA ACCESO
- REPAVIMENTACIÓN PARA ADAPTACIÓN DE PENDIENTES
- CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA							
1	28/06/23	PCFE	EMFR	FTLO	--	--	FTLO
REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.

ELABORADO POR: IBERDROLA | RAD

C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO

PLANO DE IMPLANTACIÓN DEL ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 2212/01205

SIGUE EN 2

FORMATO A3

MPL XX0-2A122

HOJA 1

REV. 1

ESCALA 1:500 (1cm son 5m)

0 5 10 15 20 25 30 m

N.G. y N.P.

ATI-100

MURETE

MURO PERIMETRAL ATI-100

57,90

22,50

5,60

5,00

LOSA NORTE

22,40

11,00

17,50

FOSO DE TRANSFERENCIA

PASILLO DISTRIBUIDOR

ATI-24

66,25

2,00

6,00

4,00

8,00

VALLADO EXTERIOR DE ÁREA PROTEGIDA

VALLADO INTERIOR DE ÁREA PROTEGIDA

VALLADO DE ZONA VITAL

RAMPA DE ACCESO

ZONA DE GIRO

LOSA SUR

80,30

5,25

6,25

28,00

ACCESO PEATONAL ATI-100

ACCESO DE VEHÍCULOS ATI-100

MURO PERIMETRAL ATI-100

VALLADO DE ZONA VITAL

VALLADO DE PR

PAVIMENTO DE HORMIGÓN PARA ACCESO

REPAVIMENTACIÓN PARA ADAPTACIÓN DE PENDIENTES

MURO NORTE DE LA PARCELA AUXILIAR

ÁREA DE RESERVA MULTIUSOS EL +368.00

ZONA DE HORMIGONADO DE CONTENEDORES EL +368.00

EXPLANADA DE MANIOBRAS

CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

369.95 374 367.90 367.80 367.70 367.60 367.50 367.40 367.30 367.20 368.9 367.65 367.55 367.70

PLANO DE SITUACIÓN

ATI-24 Y ATI-100

LEYENDA

- DOBLE VALLADO ÁREA SUPERVISADA
- DOBLE VALLADO ÁREA PROTEGIDA
- VALLADO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
- VALLADO DE ZONA VITAL
- MURO DEL ATI-24
- MURO DEL ATI-100
- MUROS DE LA PARCELA AUXILIAR
- PAVIMENTO DE HORMIGÓN PARA ACCESO
- REPAVIMENTACIÓN PARA ADAPTACIÓN DE PENDIENTES
- CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
1	28/06/23	PCFE	EMFR	FTLO	--	--	FTLO

ELABORADO POR: RAD

C. N. DE COFRENTES

IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO

PLANO DE IMPLANTACIÓN DEL ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 2212/01205

SIGUE EN 3

FORMATO A3

MPL XX0-2A122

HOJA 2

REV. 1

ESCALA 1:500 (1cm son 5m)

0 5 10 15 20 25 30 m

N.G. y N.P.

ATI–24 Y ATI–100

PLANO DE SITUACIÓN

REPAVIMENTACIÓN PARA ADAPTACIÓN DE PENDIENTES

VALLADO DE ZONA VITAL

VALLADO DE PR

MURO NORTE DE LA PARCELA AUXILIAR
CORONACIÓN A COTA +369.50
PIE A COTA +368.00

MURO SUR DE LA PARCELA AUXILIAR
CORONACIÓN A COTA +368.00
PIE A COTA +365.00

ÁREA DE RESERVA
MULTIUSOS
EL +368.00

ZONA DE HORMIGONADO
DE CONTENEDORES
EL +368.00

EXPLANADA DE
MANIOBRAS

BORDILLO PARA
DELIMITAR ÁREAS

ACERA
PERIMETRAL

EDIFICIO
AUXILIAR DEL
ATI–100

EDIFICIO
VCT

EDIFICIO DE
CONTROL

VALLADO INTERIOR DE ÁREA PROTEGIDA

VALLADO EXTERIOR DE ÁREA PROTEGIDA

CAMINO DE SERVICIO

PEND
10%
APROX.

2,00 6,00 5,25 80,30 3,00 8,50 89,35 114,75 6,75 18,55° 22,75 5,50 MIN 2m 6,00 48,70 6,00 2,00 8,00 62,90 25,00 5,00 20,00

370.20 369.95 372 370 374 369 368 367.90 367.80 367.70 367.60 367.50 367.40 367.30 365 362 361

LEYENDA

- DOBLE VALLADO ÁREA SUPERVISADA
- DOBLE VALLADO ÁREA PROTEGIDA
- VALLADO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
- VALLADO DE ZONA VITAL
- MURO DEL ATI–24
- MURO DEL ATI–100
- MUROS DE LA PARCELA AUXILIAR
- REPAVIMENTACIÓN PARA ADAPTACIÓN DE PENDIENTES

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	28/06/23	PCFE	EMFR	FTLO	--	--	FTLO

ELABORADO POR: RAD

C. N. DE COFRENTES

IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE IMPLANTACIÓN DEL ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 2212/01205

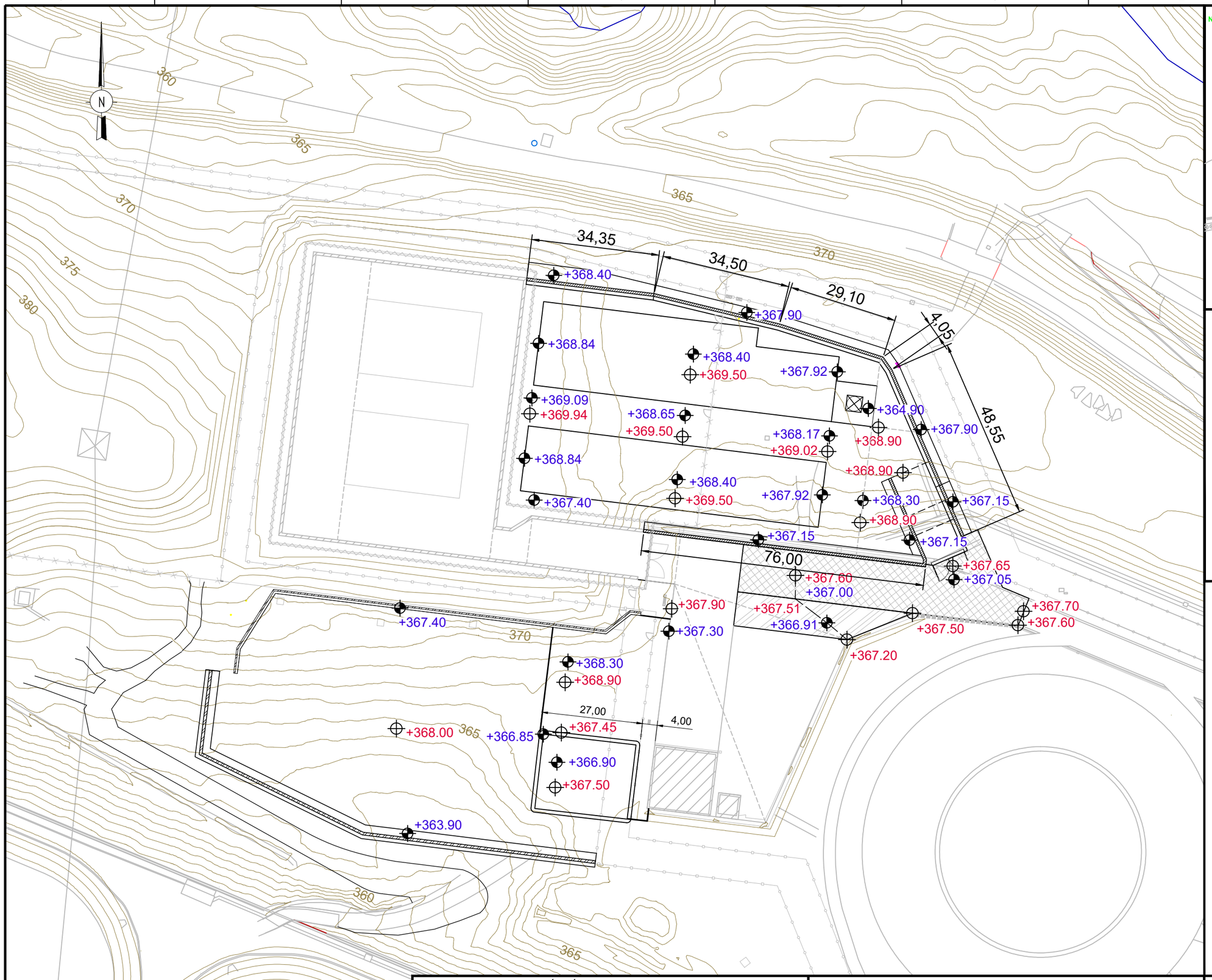
SIGUE EN -

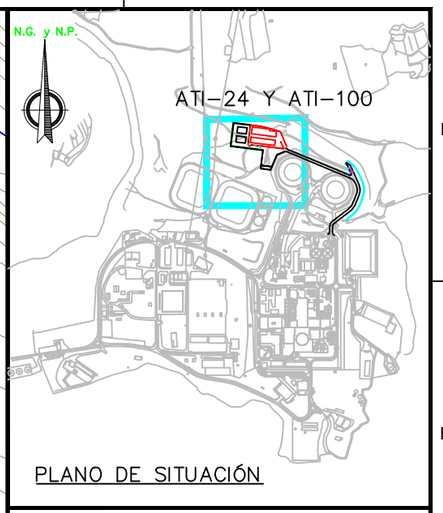
FORMATO A3

MPL XX0-2A122

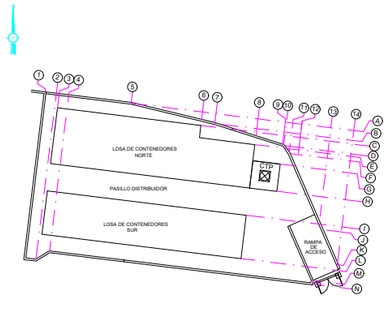
HOJA 3

REV. 0





PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA:

- COTAS EXCAVACIÓN..... +368.00
- COTAS ACABADO..... +368.00
- MURO ATI-100.....
- MURO PARCELA AUXILIAR.
- PAVIMENTO HORMIGÓN PARA ACCESO.....
- REPAVIMENTACIÓN ADAPTACIÓN PENDIENTES.....
- CUNETA PLUVIALES.....

ESCALA : 0 25M 1:1000

COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD

C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO INICIAL

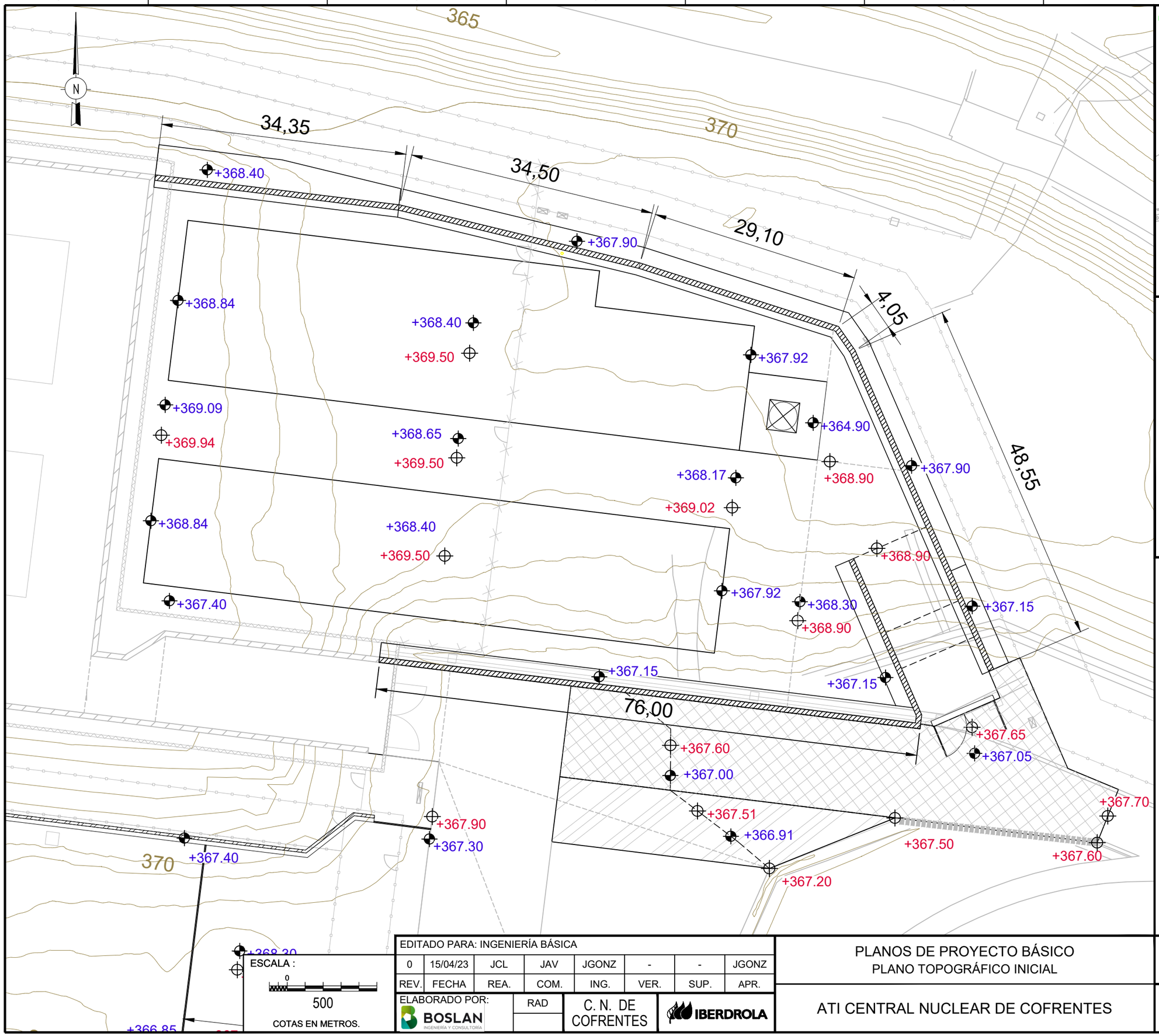
ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

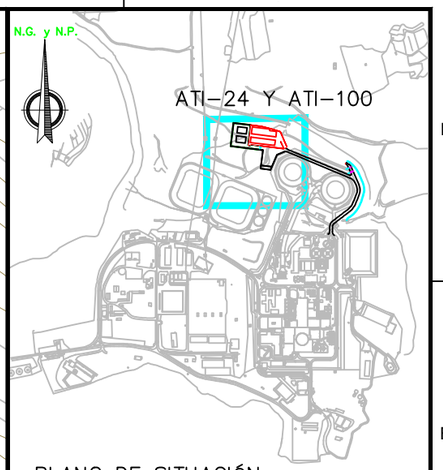
DOCUMENTO 51BOS001

FORMATO A3 | SIGUE EN 2

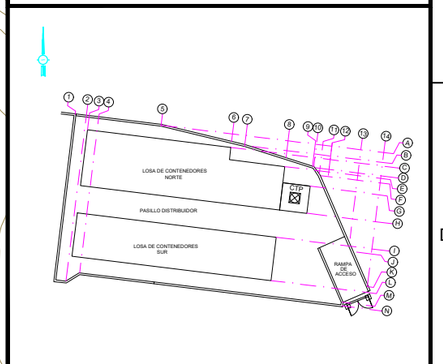
MPL XX0-6A319

HOJA 1 | REV. 0





PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA:

- COTAS EXCAVACIÓN..... +368.00
- COTAS ACABADO..... +368.00
- MURO ATI-100.....
- MURO PARCELA AUXILIAR.
- PAVIMENTO HORMIGÓN PARA ACCESO.....
- REPAVIMENTACIÓN ADAPTACIÓN PENDIENTES.....
- CUNETA PLUVIALES.....

ESCALA :

0

500

COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA

RAD

C. N. DE COFRENTES

IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO INICIAL

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS001

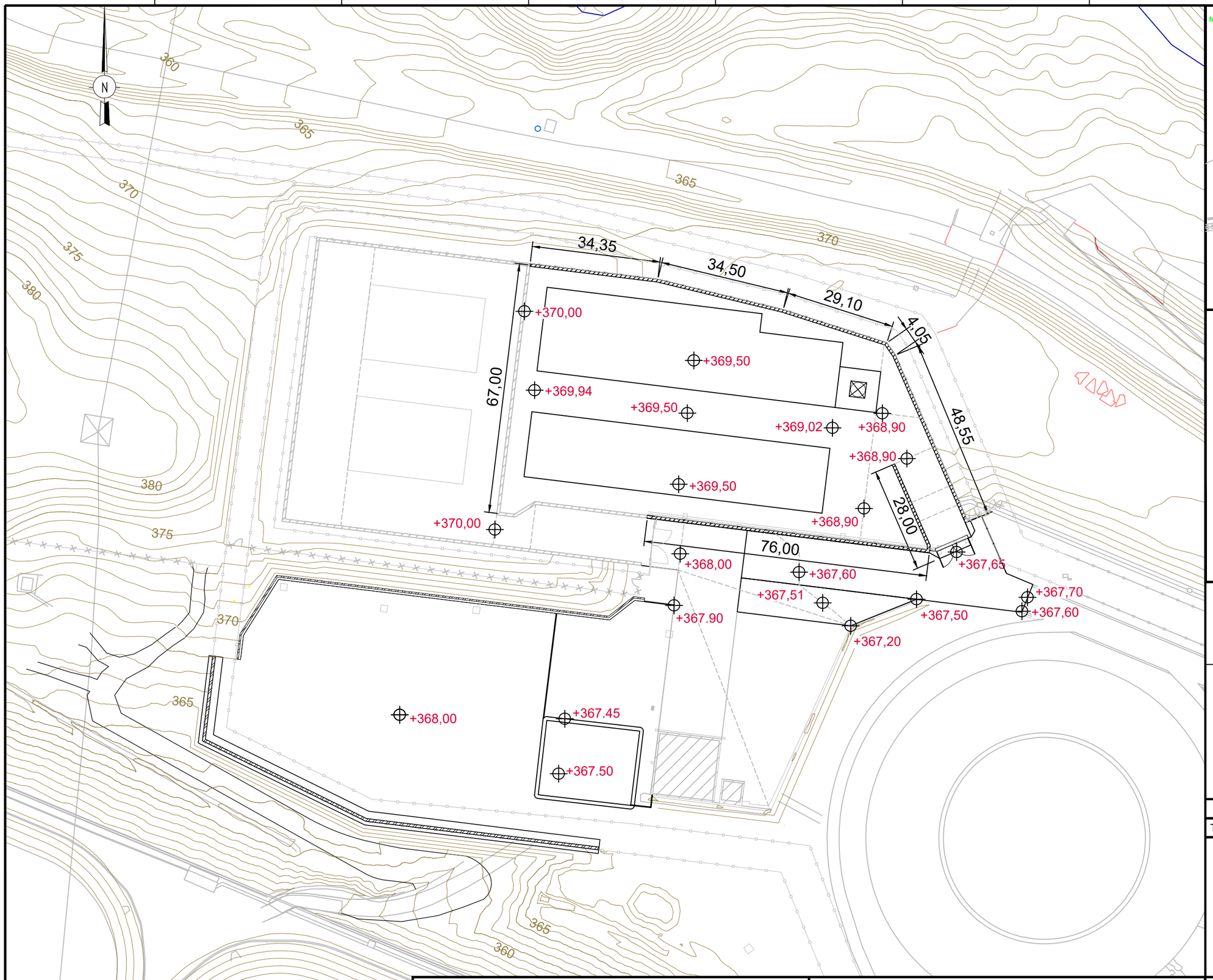
FORMATO A3

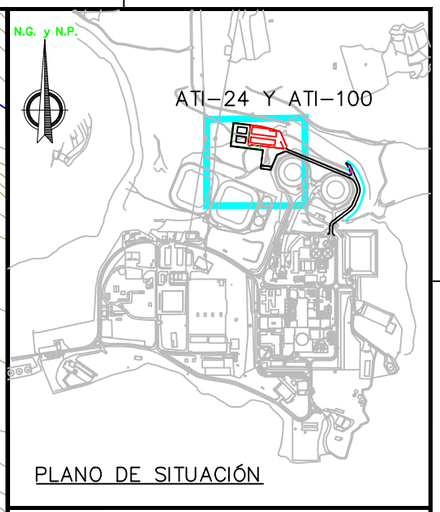
SIGUE EN 3

MPL XX0-6A319

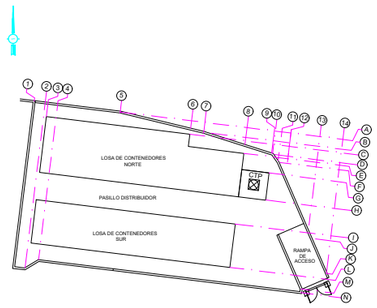
HOJA 2

REV. 0





PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA:

COTAS ACABADO..... +368.00

	DESMONTE (m³)	TERRAPLÉN (m³)
TOTAL	27.998,48	13.946,26

Notas:

1- Taludes excavación: H<3,5m→ De 1H:1V a 3H:2V
H>3,5m→ De 3H:2V
Excepcionalmente → 3H:10V

2- Taludes relleno: 2H:1V

3- Taludes Trasdós muros: Hasta 10 cm de coronación, Berma de 4m con pendiente 2% hacia el talud

ESCALA : 0 25M 1:1000

COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA — RAD

C. N. DE COFRENTES — IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO FINAL
BALANCE DE TIERRAS

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0001

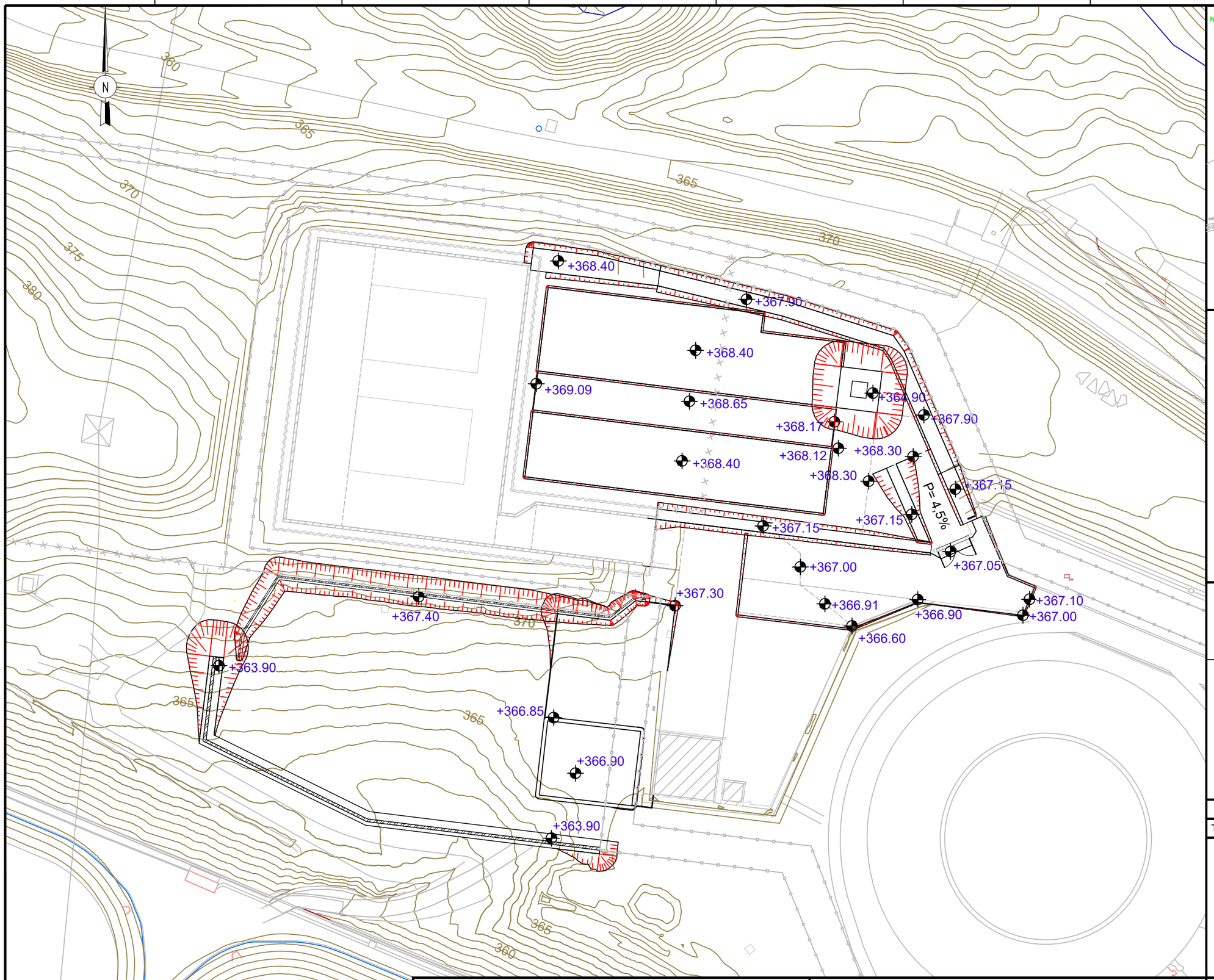
FORMATO A3

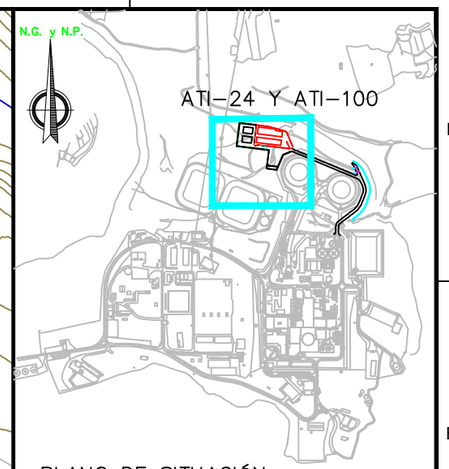
SIGUE EN 4

MPL XX0-6A319

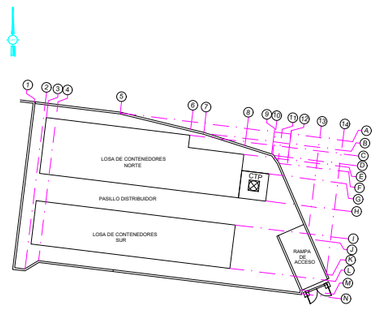
HOJA 3

REV. 0





PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA:

COTAS EXCAVACIÓN..... +368.00

	DESMONTE (m³)	TERRAPLÉN (m³)
TOTAL	27.998,48	13.946,26

Notas:

1- Taludes excavación: H<3,5m→ De 1H:1V a 3H:2V
H>3,5m→ De 3H:2V
Excepcionalmente → 3H:10V

2- Taludes relleno: 2H:1V

3- Taludes Trasdós muros: Hasta 10 cm de coronación, Berma de 4m con pendiente 2% hacia el talud

ESCALA :
0 25M
1:1000
COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO
PLANO DE EXCAVACIÓN

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0001

FORMATO A3

SIGUE EN 5

MPL XX0-6A319

HOJA 4

REV. 0

8 7 6 5 4 3 2 1

F E D C B A

N

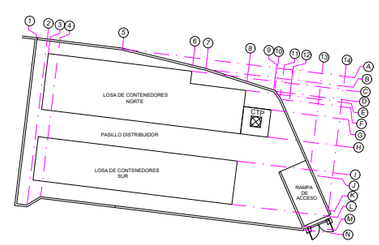
360 365 370 375 380

+368.40 +367.90 +368.40 +369.09 +368.65 +367.92 +368.90 +368.30 +367.90 +368.17 +368.40 +368.42 +368.30 +368.30 +367.15 +367.15 +367.00 +367.05 +366.91 +366.90 +367.10 +367.00 +366.60 +367.30 +367.40 +363.90 +366.85 +366.90 +363.90 49,55 51,40

N.G. y N.P.

ATI-24 Y ATI-100

PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA:

COTAS DE CIMENTACIONES SOBRE LAS QUE APLICAR EL HORMIGÓN DE LIMPIEZA Y LA SECCIÓN DE FIRME.... +368.00

ZONA CON RELLENO.....

	DESMONTE (m³)	TERRAPLÉN (m³)
TOTAL	27.998,48	13.946,26

Notas:

1- Taludes excavación: H<3,5m→ De 1H:1V a 3H:2V
H>3,5m→ De 3H:2V
Excepcionalmente → 3H:10V

2- Taludes relleno: 2H:1V

3- Taludes Trasdós muros: Hasta 10 cm de coronación, Berma de 4m con pendiente 2% hacia el talud

ESCALA : 0 25M 1:1000 COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

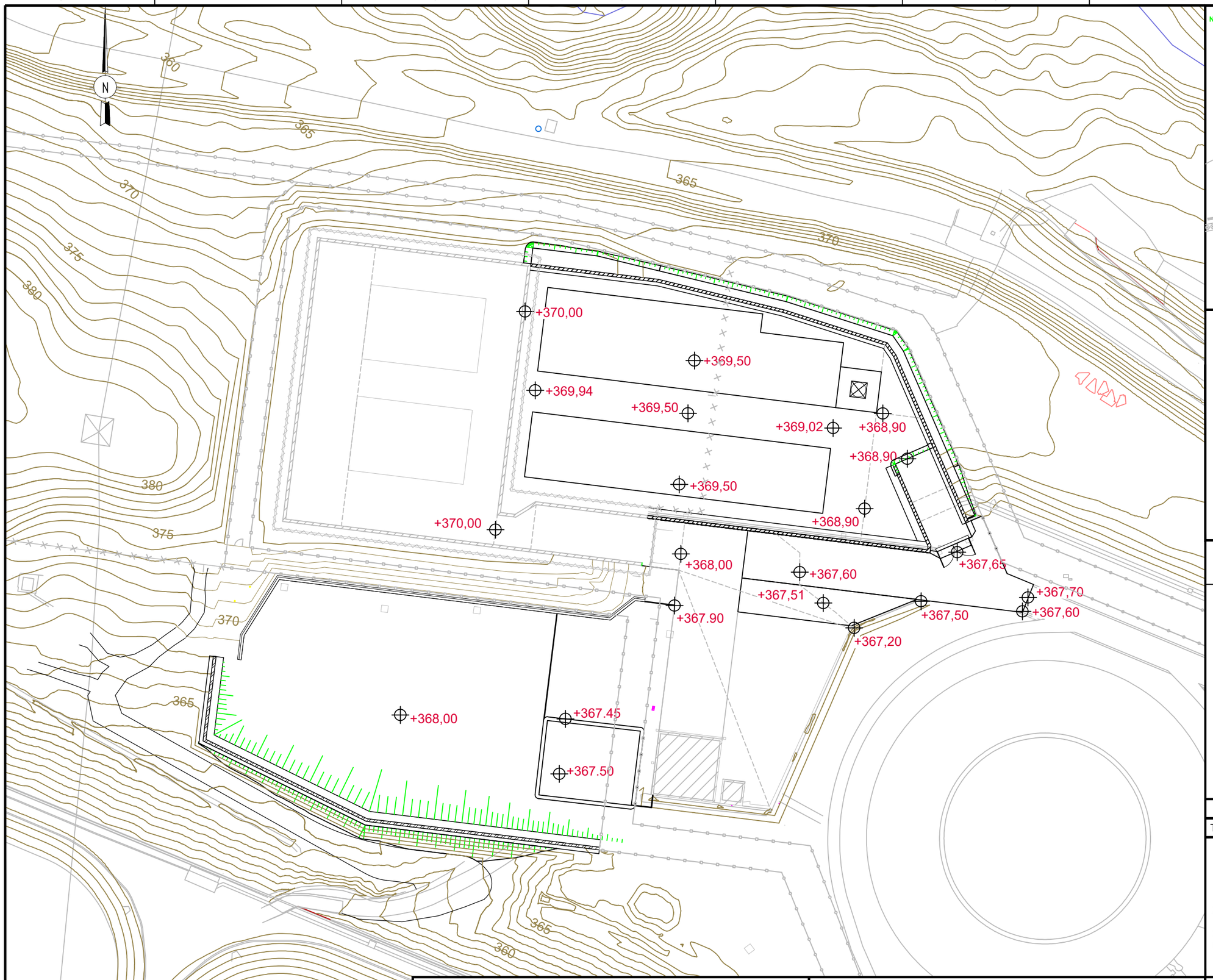
ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

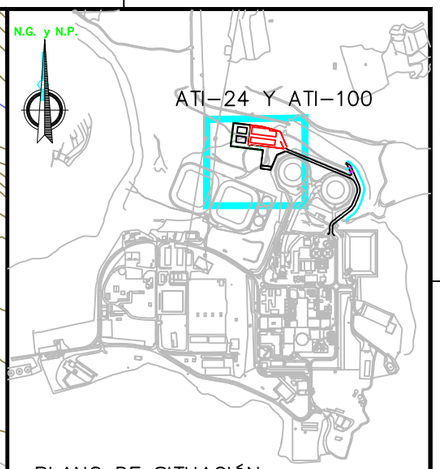
PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO
PLANO RELLENOS HASTA COTA CIMENTACIÓN

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

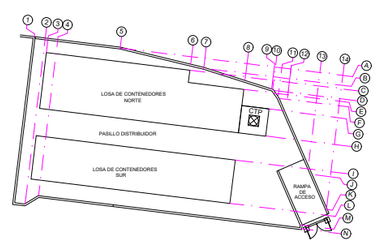
DOCUMENTO 51BOS0001 | FORMATO A3 | SIGUE EN 6

MPL XX0-6A319 | HOJA 5 | REV. 0





PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA:

COTAS ACABADO..... +368.00

	DESMONTE (m³)	TERRAPLÉN (m³)
TOTAL	27.998,48	13.946,26

Notas:

1- Taludes excavación: H<3,5m→ De 1H:1V a 3H:2V
H>3,5m→ De 3H:2V
Excepcionalmente → 3H:10V

2- Taludes relleno: 2H:1V

3- Taludes Trasdós muros: Hasta 10 cm de coronación, Berma de 4m con pendiente 2% hacia el talud

ESCALA : 0 25M 1:1000

COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA — RAD

C. N. DE COFRENTES — IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO
PLANO RELLENOS

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0001

FORMATO A3

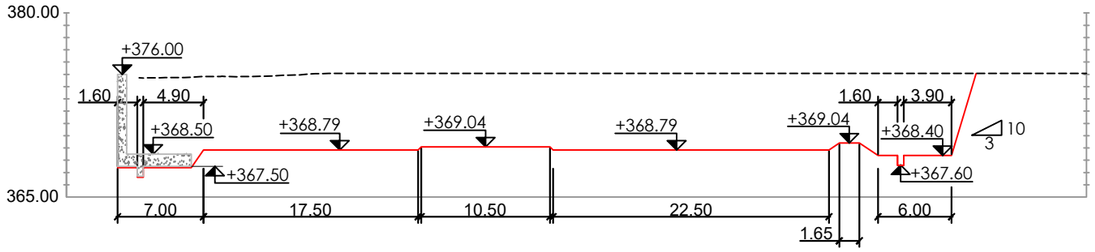
SIGUE EN 7

MPL XX0-6A319

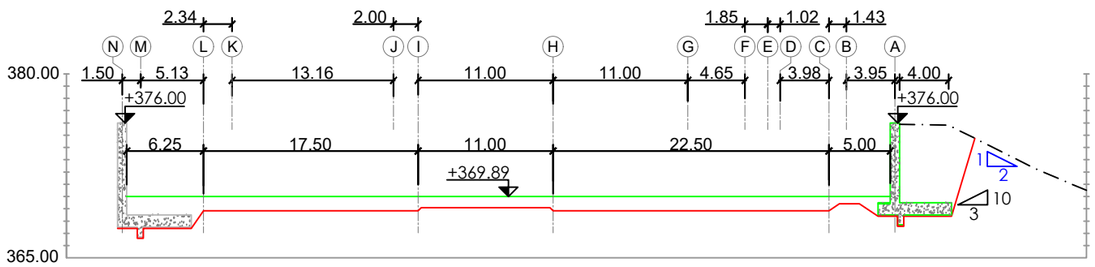
HOJA 6

REV. 0

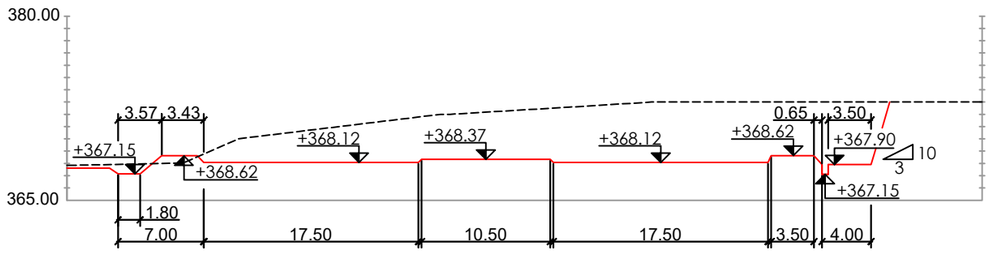
SECCIÓN 1-1' EXCAVACIÓN



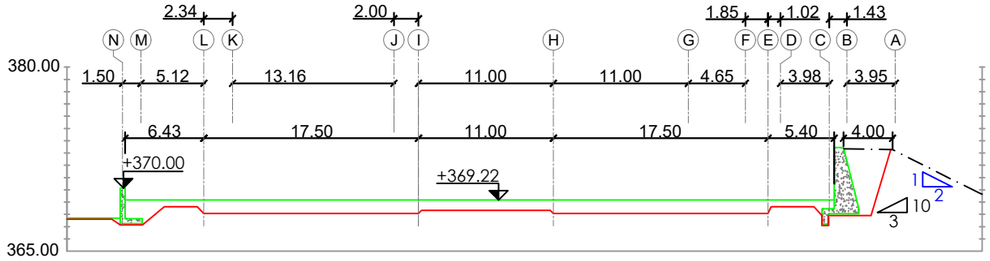
SECCIÓN 1-1' CONSTRUIDO

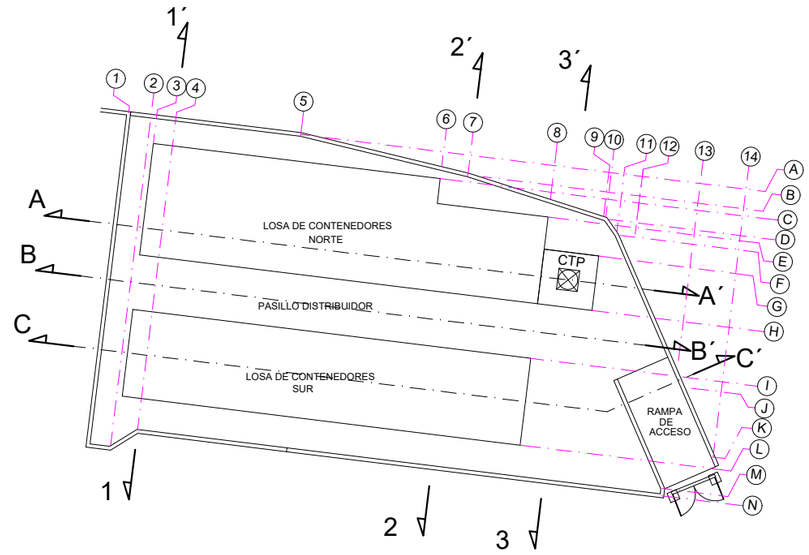


SECCIÓN 2-2' EXCAVACIÓN



SECCIÓN 2-2' CONSTRUIDO





NOTAS

NOTA 1: Cota de coronación de tierras en el trasdós del muro = cota coronación de muro menos 10cm.

NOTA 2: Bermas de 4m. de ancho

NOTA 3: Taludes de excavación:
para alturas < 3,5m de 1H:1V a 3H:2V
para alturas > 3,5m 3H:2V
Excepcionalmente → 3H:10V

NOTA 4: Taludes de relleno: 2H:1V

NOTA 5: Berma con pendiente del 2% hacia el talud.

RELLENO

TERRENO ACTUAL

TERRENO EXCAVACIÓN

TERRENO RELLENO

ESCALA :
0 12.5m
1:500
COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

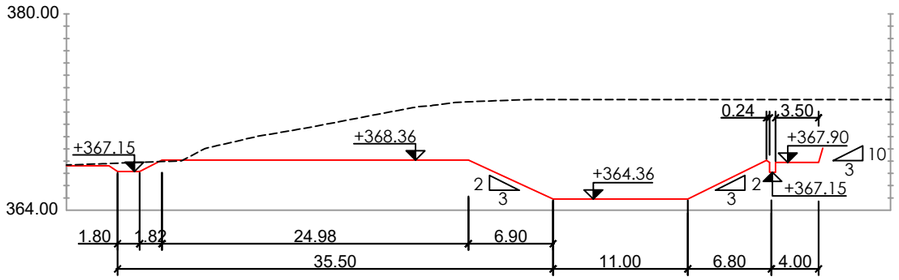
PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO
SECCIONES

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

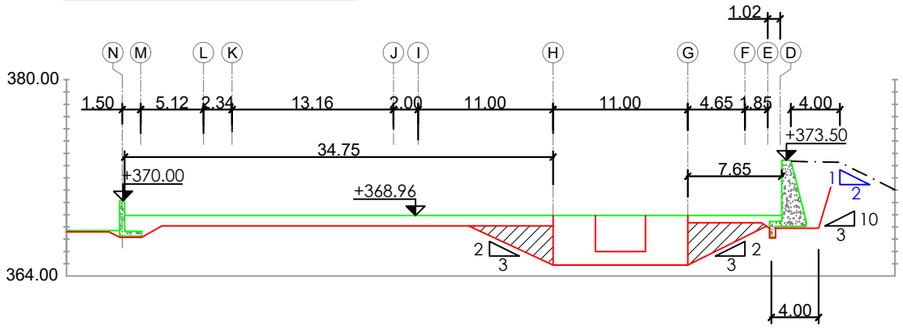
DOCUMENTO 51BOS0001 | FORMATO A3 | SIGUE EN 8

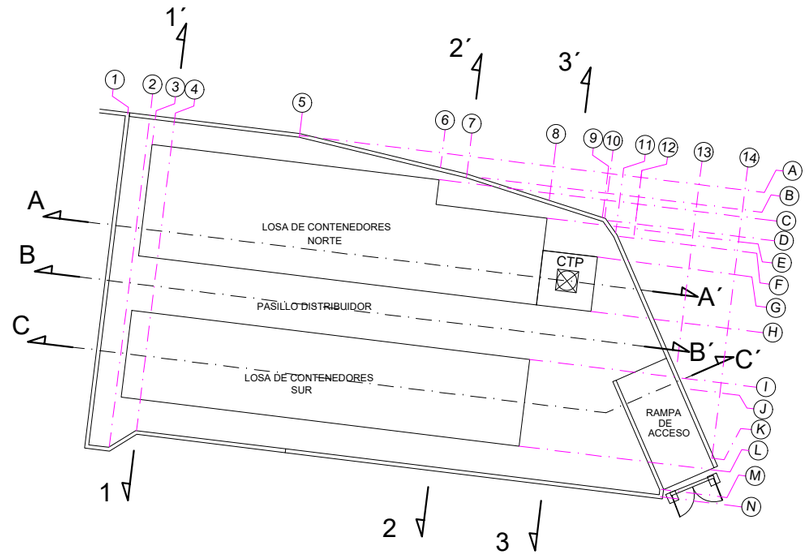
MPL XX0-6A319 | HOJA 7 | REV. 0

SECCIÓN 3-3' EXCAVACIÓN

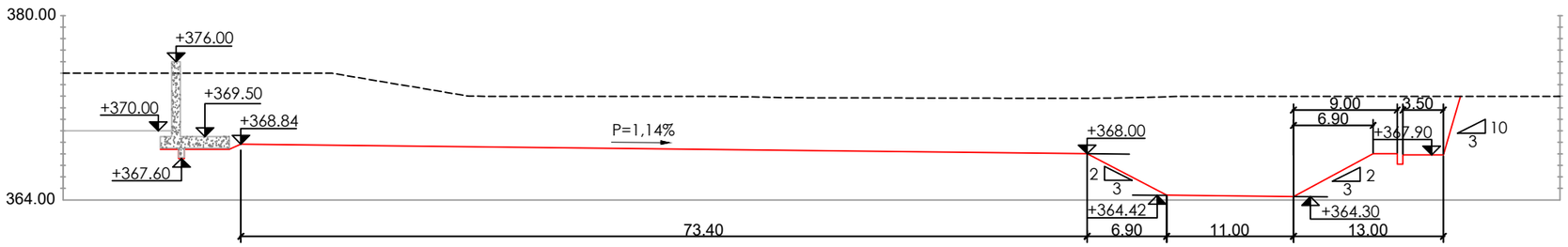


SECCIÓN 3-3' CONSTRUIDO

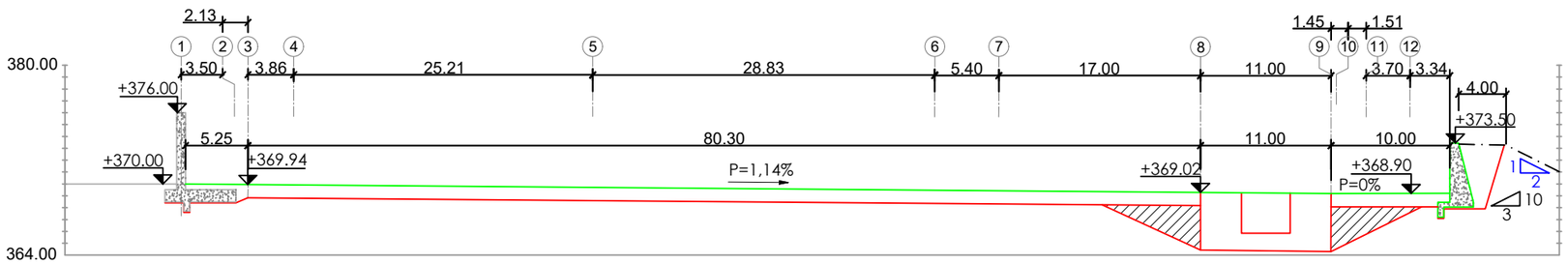




SECCIÓN A-A' EXCAVACIÓN



SECCIÓN A-A' CONSTRUIDO



NOTAS

NOTA 1: Cota de coronación de tierras en el trasdós del muro = cota coronación de muro menos 10cm.

NOTA 2: Bermas de 4m. de ancho

NOTA 3: Taludes de excavación:
para alturas < 3,5m de 1H:1V a 3H:2V
para alturas > 3,5m 3H:2V
Excepcionalmente → 3H:10V

NOTA 4: Taludes de relleno: 2H:1V

NOTA 5: Berma con pendiente del 2% hacia el talud.

RELLENO

TERRENO ACTUAL

TERRENO EXCAVACIÓN

TERRENO RELLENO

ESCALA : 1:500
0 12.5m
COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD

C. N. DE COFRENTES

IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO
SECCIONES

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0001

FORMATO A3

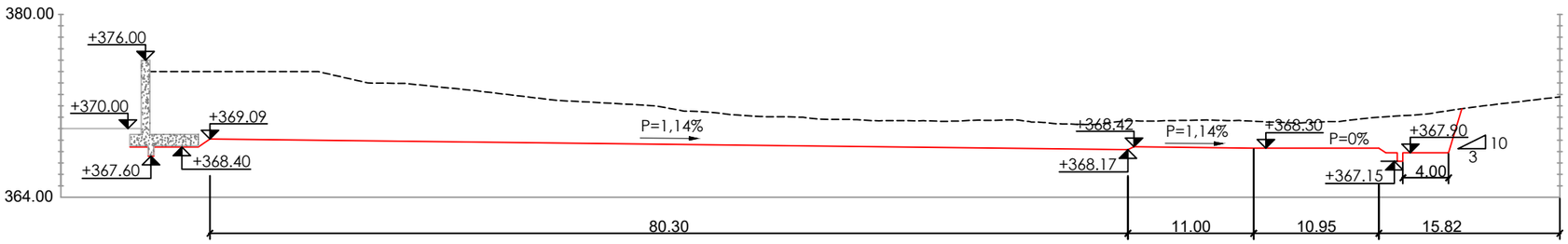
SIGUE EN 9

MPL XX0-6A319

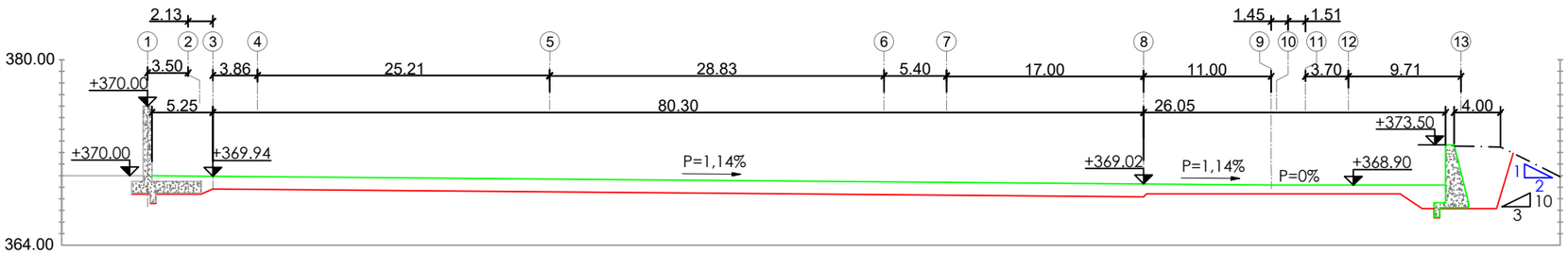
HOJA 8

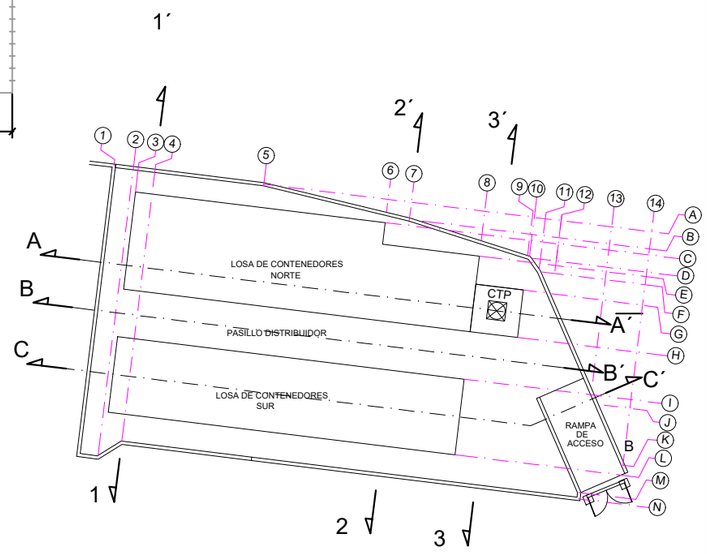
REV. 0

SECCIÓN B-B' EXCAVACIÓN

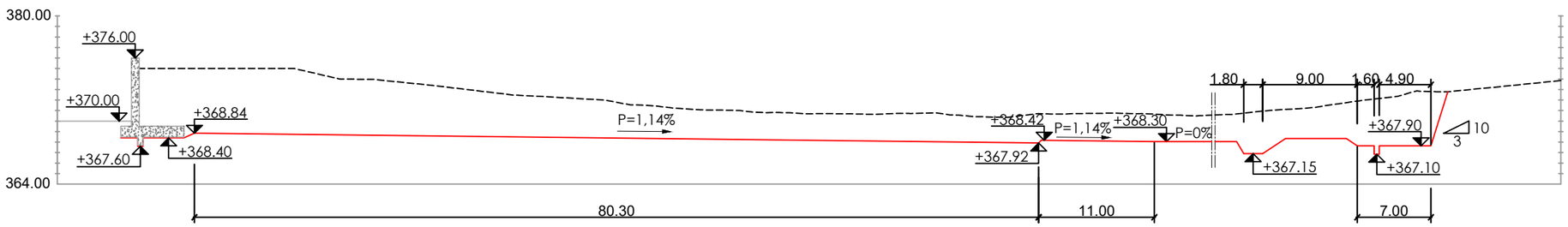


SECCIÓN B-B' CONSTRUIDO

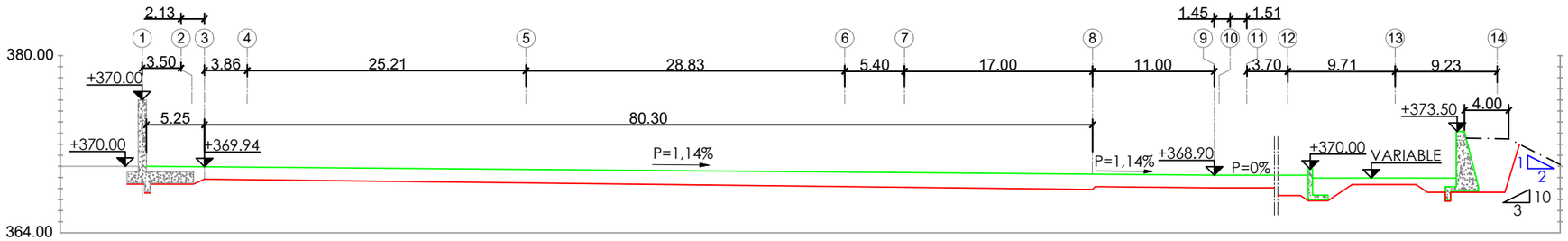




SECCIÓN C-C' EXCAVACIÓN



SECCIÓN C-C' CONSTRUIDO



NOTAS

NOTA 1: Cota de coronación de tierras en el trasdós del muro = cota coronación de muro menos 10cm.

NOTA 2: Bermas de 4m. de ancho

NOTA 3: Taludes de excavación:
para alturas < 3,5m de 1H:1V a 3H:2V
para alturas > 3,5m 3H:2V
Excepcionalmente → 3H:10V

NOTA 4: Taludes de relleno: 2H:1V

NOTA 5: Berma con pendiente del 2% hacia el talud.

RELLENO

TERRENO ACTUAL

TERRENO EXCAVACIÓN

TERRENO RELLENO

ESCALA : 1:500
0 12.5m
COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

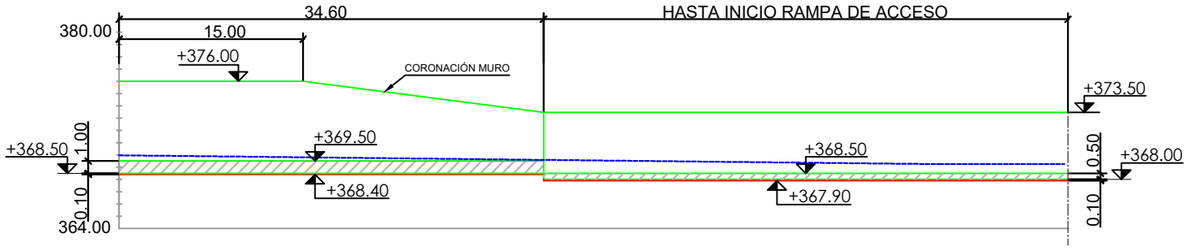
ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO
SECCIONES

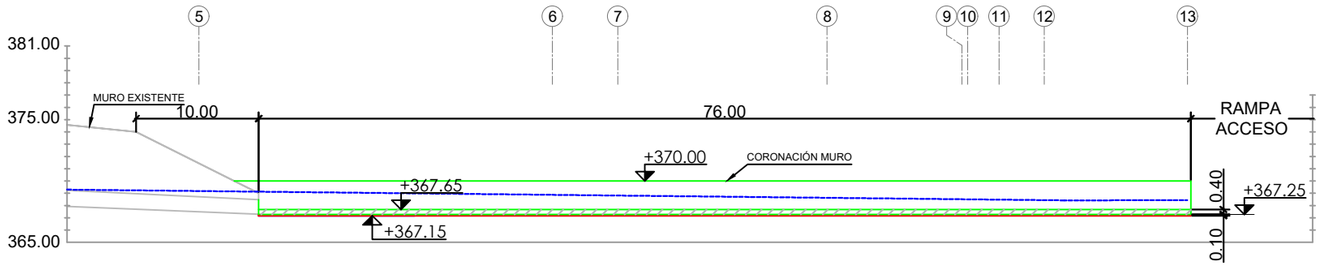
ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

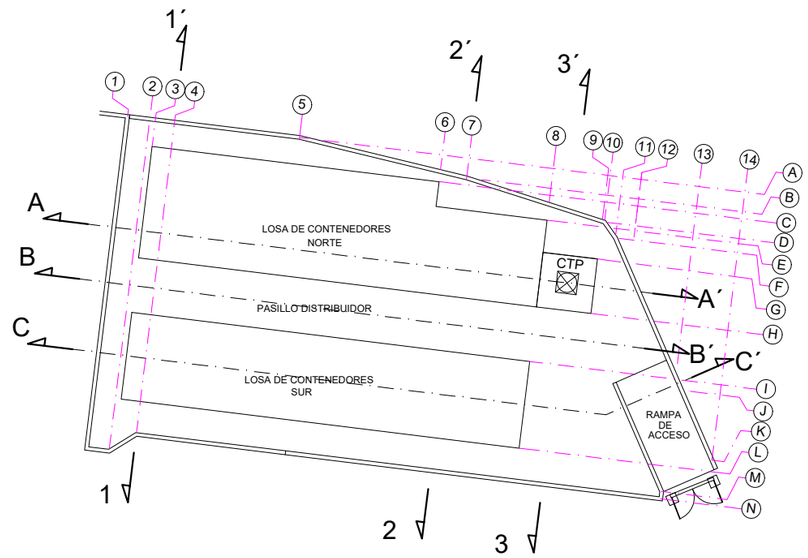
DOCUMENTO 51BOS0001
FORMATO A3
SIGUE EN 10
MPL XX0-6A319
HOJA 9
REV. 0

MURO NORTE Y ESTE

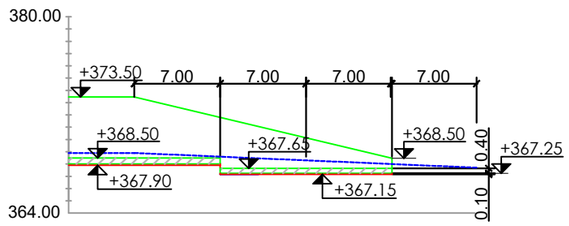


MURO SUR

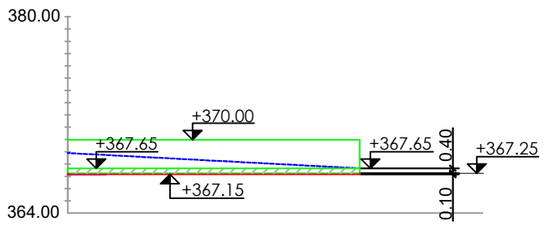




RAMPA ACCESO. MURO ESTE RAMPA



RAMPA ACCESO. MURO OESTE RAMPA



NOTAS

NOTA 1: Cota de coronación de tierras en el trasdós del muro = cota coronación de muro menos 10cm.

NOTA 2: Bermas de 4m. de ancho

NOTA 3: Taludes de excavación:
para alturas < 3,5m de 1H:1V a 3H:2V
para alturas > 3,5m 3H:2V
Excepcionalmente → 3H:10V

NOTA 4: Taludes de relleno: 2H:1V

NOTA 5: Berma con pendiente del 2% hacia el talud.

CIMENTACIÓN MURO
SUPERFICIE ACABADO
TERRENO EXCAVACIÓN
TERRENO RELLENO

ESCALA :
0 12.5m
1:500
COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

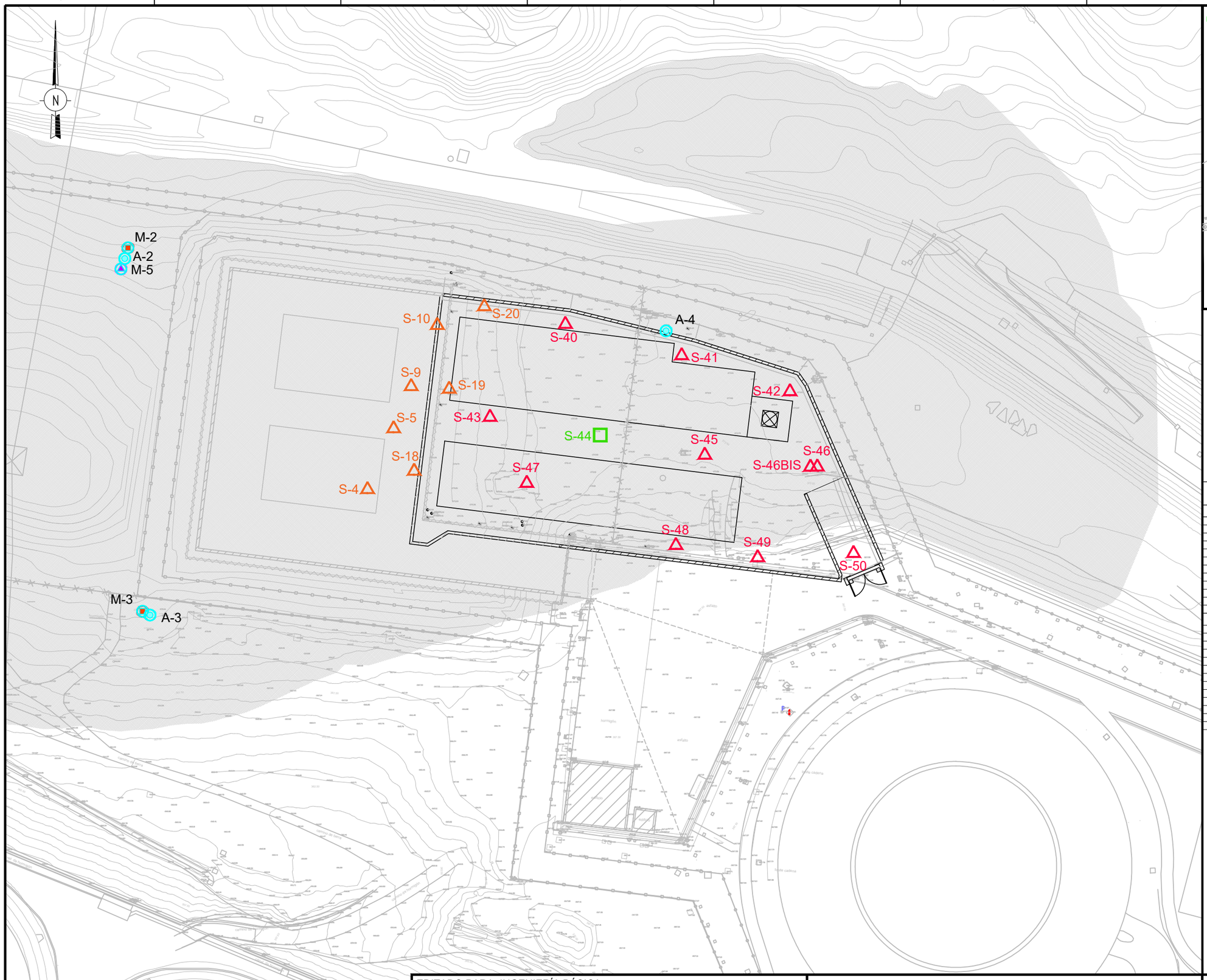
REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

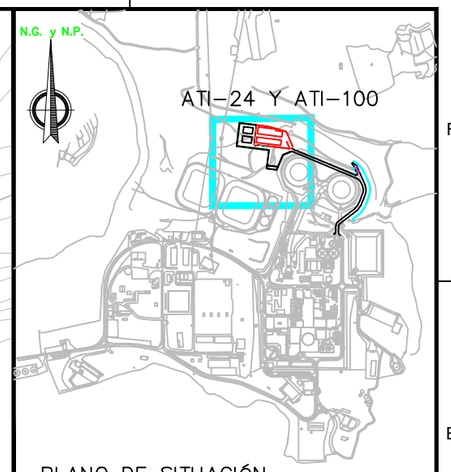
ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO TOPOGRÁFICO
SECCIONES

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0001
FORMATO A3
SIGUE EN -
MPL XX0-6A319
HOJA 10
REV. 0





PLANO DE SITUACIÓN

LEYENDA:

- ZONA ALUVIAL .....
- SONDEO ALUVIAL .....
- SONDEO MIOCENO .....
- SONDEO MIOCENO LARGO .....
- SONDEO CON EXTRACCIÓN ATI-100..
- SONDEO DOWN-HOLE.....
- SONDEO CON EXTRACCIÓN ATI-24....

Sondeo	Profundidad total sondeo (m)	UTM Huso 30 (ETRS89) X	UTM Huso 30 (ETRS89) Y	Cota de boca del sondeo Ci	Cota final del sondeo Cf
SONDEOS CAMPAÑA ATI-100					
S-40	36,00	668133,2	4342934,6	372,6	336,6
S-41	37,00	668163,3	4342926,5	373,0	336,0
S-42	35,80	668193,5	4342916,9	373,2	337,7
S-43	58,00	668113,1	4342910,1	374,6	316,3
S-44 (DH)	73,00	668142,8	4342905,1	372,3	299,3
S-45	52,50	668170,7	4342899,9	372,2	319,7
S-46	36,00	668200,8	4342896,7	373,1	337,1
S-46BIS		668199,0	4342896,7		
S-47	37,00	668123,0	4342892,3	373,2	336,1
S-48	30,00	668162,9	4342875,7	367,8	337,8
S-49	30,00	668184,9	4342872,4	367,5	337,5
S-50	25,00	668210,5	4342873,6	367,7	342,7
SONDEOS CAMPAÑA ATI-24					
S-4	24,00	668080,3	4342891,1	372,1	348,1
S-5	25,06	668087,2	4342907,5	372,7	347,6
S-9	25,36	668092,0	4342918,7	372,6	347,2
S-10	25,00	668099,0	4342935,1	372,3	347,3
S-18	10,80	668092,8	4342896,0	372,5	361,7
S-19	11,45	668102,2	4342918,1	372,6	361,2
S-20	11,50	668111,5	4342940,2	372,2	360,7
A-2	11,00	668015,2	4342952,5	371,0	360,0
A-3	11,50	668022,0	4342857,0	371,5	360,0
A-4	13,00	668160,3	4342933,1	373,0	360,0
M-2	35,00	668016,0	4342955,4	370,0	335,0
M-3	36,50	668020,0	4342858,0	371,5	335,0
M-5	72,00	668014,2	4342949,7	372,0	300,0

ESCALA :
0 25M
1:1000
COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
1	27/06/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA

RAD

C. N. DE COFRENTES

IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE SONDEOS ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0002

FORMATO A3

SIGUE EN -

MPL XX0-6A329

HOJA 1

REV. 1

VALLADO DE ÁREA VITAL Y SISTEMAS ASOCIADOS
--> A RETIRAR

CANALIZACIONES Y ARQUETAS
--> A RETIRAR

CANALIZACIONES, CUADROS Y ARQUETAS JUNTO A
VALLADO DE ZONA PROTEGIDA --> A MANTENER

TORRE DE ALTA
TENSIÓN EXISTENTE

VALLADO DE PR Y PUERTAS
--> A RETIRAR

CANALIZACIONES
--> A RETIRAR

VALLADO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
--> A MANTENER

VALLADO Y PUERTAS --> A RETIRAR

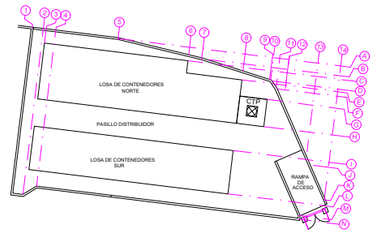
VALLADO DE NUEVA IMPLANTACIÓN

CANALIZACIONES
--> A MANTENER

CANALIZACIONES --> A MANTENER

ATI-24 Y ATI-100

PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA

- Arqueta 0,60x0,60x0,70 m (medidas interiores)
- Arqueta 1,00x1,00x1,00 m (medidas interiores)
- Zanja Tubo 8Ø90 Pvc Corrugado canalización troncal
- Zanja Tubo 4Ø90 Pvc Corrugado canalización secundaria
- Zanja Tubo 1Ø63 Pvc Corrugado para sistemas de seguridad
- Zanja Tubo 6Ø90 Pvc Corrugado para Bancada Armarios
- Conduit de acero galvanizado 1Ø50
- Vallado Área Vital
- Vallado Protección Radiológica
- Vallado Área Protegida
- Torres Eléctricas Existentes
- Interferencias
- Vallado de nueva implantación

ESCALA :
0 25M
1:1000
COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
1	27/06/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA — RAD

C. N. DE COFRENTES — IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE SISTEMAS AFECTADOS ATI-100
VALLADOS Y CANALIZACIONES GENÉRICAS

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0003

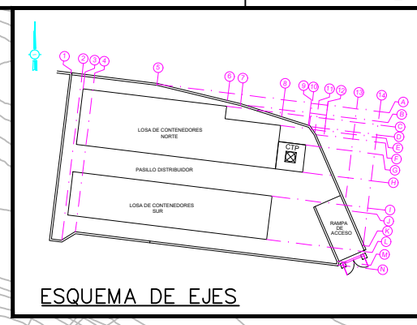
FORMATO A3

SIGUE EN 2

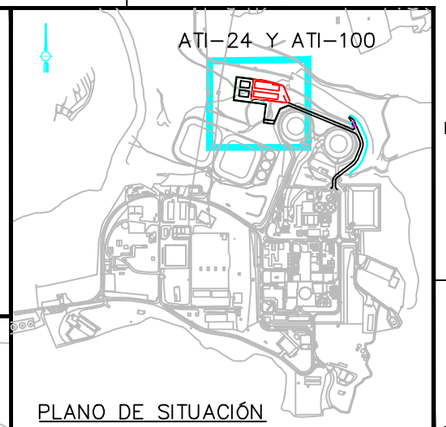
MPL XX0-6A339

HOJA 1

REV. 1



ESQUEMA DE EJES



PLANO DE SITUACIÓN

TORRE DE ALTA TENSIÓN EXISTENTE

CANALIZACIÓN ELÉCTRICA+ RED DE TIERRAS --> A RETIRAR

FAROLAS --> A RETIRAR

ARQUETA Y CANALIZACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN --> A DESVIAR

FAROLAS --> A DESPLAZAR

CMAE 1 --> A DESPLAZAR

CANALIZACIONES Y ARQUETAS --> A MANTENER

ARQUETAS Y LÍNEA ELÉCTRICA P62--> A MANTENER Y DESVIAR EN CASO DE INTERFERENCIA

CANALIZACIÓN ELÉCTRICA+ RED DE TIERRAS --> A RETIRAR

EDIFICIO DE CONTROL

LEYENDA

- Canalización Subterránea bajo Acera/Tierra para 2Tubos Ø90mm
- Canalización Subterránea Cruce Calzada para 2Tubos Ø90mm
- Canalización Subterránea bajo Acera/Tierra para 3Tubos Ø90mm
- Canalización Subterránea Cruce Calzada para 3Tubos Ø90mm
- Canalización Subterránea bajo Acera/Tierra para 8Tubos Ø90mm
- Canalización Subterránea Cruce Calzada para 8Tubos Ø90mm
- Canalización Subterránea para conexión de puesta a tierra
- Canalización Subterránea bajo Acera/Tierra para 12Tubos Ø90mm
- Cuadro de Mando y Protección
- Arqueta 0,40 x 0,40 m.
- Arqueta 0,60 x 0,60 m.
- Tubo Metálico Electrogalvanizado Ø32 mm
- Arqueta registrable con tapa metálica de 60 x 60 cm
- Arqueta registrable con tapa metálica de 100 x 100 cm
- CABLE DE Cu DESNUDO DE 70mm² ENTERRADO
- CABLE DE Cu DESNUDO DE 70mm² EMBEBIDO EN HORMIGÓN
- CABLE DE Cu DESNUDO DE 35mm² ENTERRADO
- CABLE DE Cu DESNUDO DE 35mm² INSTALADO EN MURO
- PARARRAYOS
- ARQUETA DE REGISTRO
- SALIDA DE CABLE DE LA RED DE TIERRAS
- PUESTA A TIERRA DE BÁCULO
- Luminaria Modelo VMX.L064.V2.L2L4 (4000K) Caradini sobre Báculo de 10m
- Luminaria Modelo VMX.L154.V4.F4Q1 (4000K) Caradini sobre Báculo de 12m
- Proyectores TMX L174H/GBOX.1OL-ZG de Carandini
- Línea Subterránea de Baja Tesión Trifásica con cable RZ1-K(AS) 0.6/1kV
- Línea Subterránea de Baja Tesión Monofásica con cable RZ1-K(AS) 0.6/1kV
- Interferencias

ESCALA : 0 25M 1:1000 COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
1	27/06/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA — RAD

C. N. DE COFRENTES — IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE SISTEMAS AFECTADOS ATI-100
CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0003

FORMATO A3 — SIGUE EN 3

HOJA 2 — REV. 1

XX0-6A339

8 7 6 5 4 3 2 1

F E D C B A

N

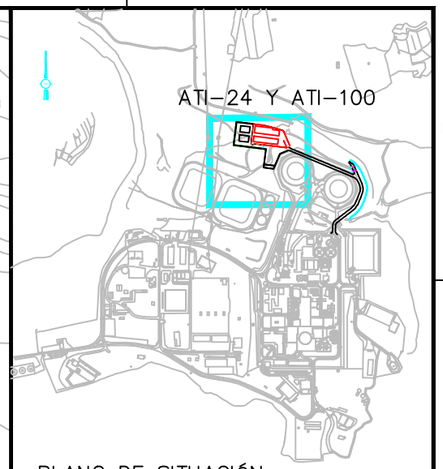
TORRE DE ALTA TENSIÓN EXISTENTE

AI-4 (600x600x350)

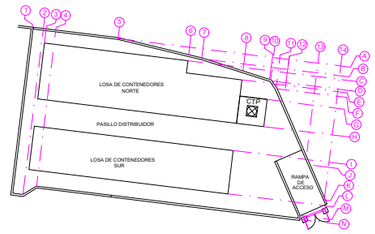
AI-23 (600x600x350)

CANALIZACIÓN Y ARQUETAS INSTRUMENTACIÓN --> A MANTENER

AI-2 AE-2



PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA

- Conduit flexible a Transformador. Cable W114
- Canalización Tubo corrugado PE Ø=90mm
- Arquetas 1,00 x 1,00 x 1,00 (interior)
- Interferencias

ESCALA : 0 25M 1:1000

COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
1	27/06/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE SISTEMAS AFECTADOS ATI-100
I&C

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0003

FORMATO A3

SIGUE EN 4

MPL XX0-6A339

HOJA 3

REV. 1

DRENAJE DE TRASDÓS DE MURO --> A DEMOLER

TORRE DE ALTA TENSIÓN EXISTENTE

CUNETA EXISTENTE --> A DEMOLER

- RED PLUVIALES ENTERRADA --> MANTENER. HACER NO REGISTRABLE
- CUNETA EXISTENTE --> A DEMOLER

ARQUETAS Y CANALIZACIÓN PLUVIALES --> A MANTENER

- RED PLUVIALES ENTERRADA --> MANTENER ENTERRADA
- CUNETA EXISTENTE --> A DEMOLER

AP-27 1200x1200mm
AP-28 1200x1200mm
AP-29 1400x1400mm
AP-30 500x500mm
AP-33 1100x1100mm
AP-34 1100x1100mm
AP-35 1000x1000mm
AP-37 1000x1000mm
AP-38 1000x1000mm
AP-39 1100x1100mm --> A MANTENER. HACER NO REGISTRABLE
AP-40 1200x1200mm
AP-41 1200x1200mm
AP-42 1200x1200mm
AP-43 1500x1500mm
AP-44 1500x1500mm
AP-49 600x600mm
AP-50 600x600mm

Ø200 Ø500 Ø600 Ø800 Ø1000 Ø1200

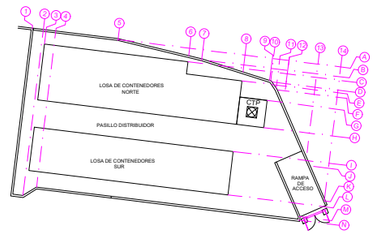
0.5% 1%

EDIFICIO AUXILIAR

L53E-199

ATI–24 Y ATI–100

PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA

- Cuneta nueva implantación
- Canal de desagüe
- Cuneta Trasdós de muro
- Canal drenaje (Rejilla F-900)
- Cuneta contra murete de vallado
- Colector de pluviales PVC Serie U / hormigón armado
- Dren para aguas de nivel freático PEAD
- Arqueta de hormigón armado in situ
- Arqueta con imbornal de hormigón armado
- Interferencias

ESCALA : 0 25M 1:1000

COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
1	27/06/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD

C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE SISTEMAS AFECTADOS ATI-100
PLUVIALES

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0003

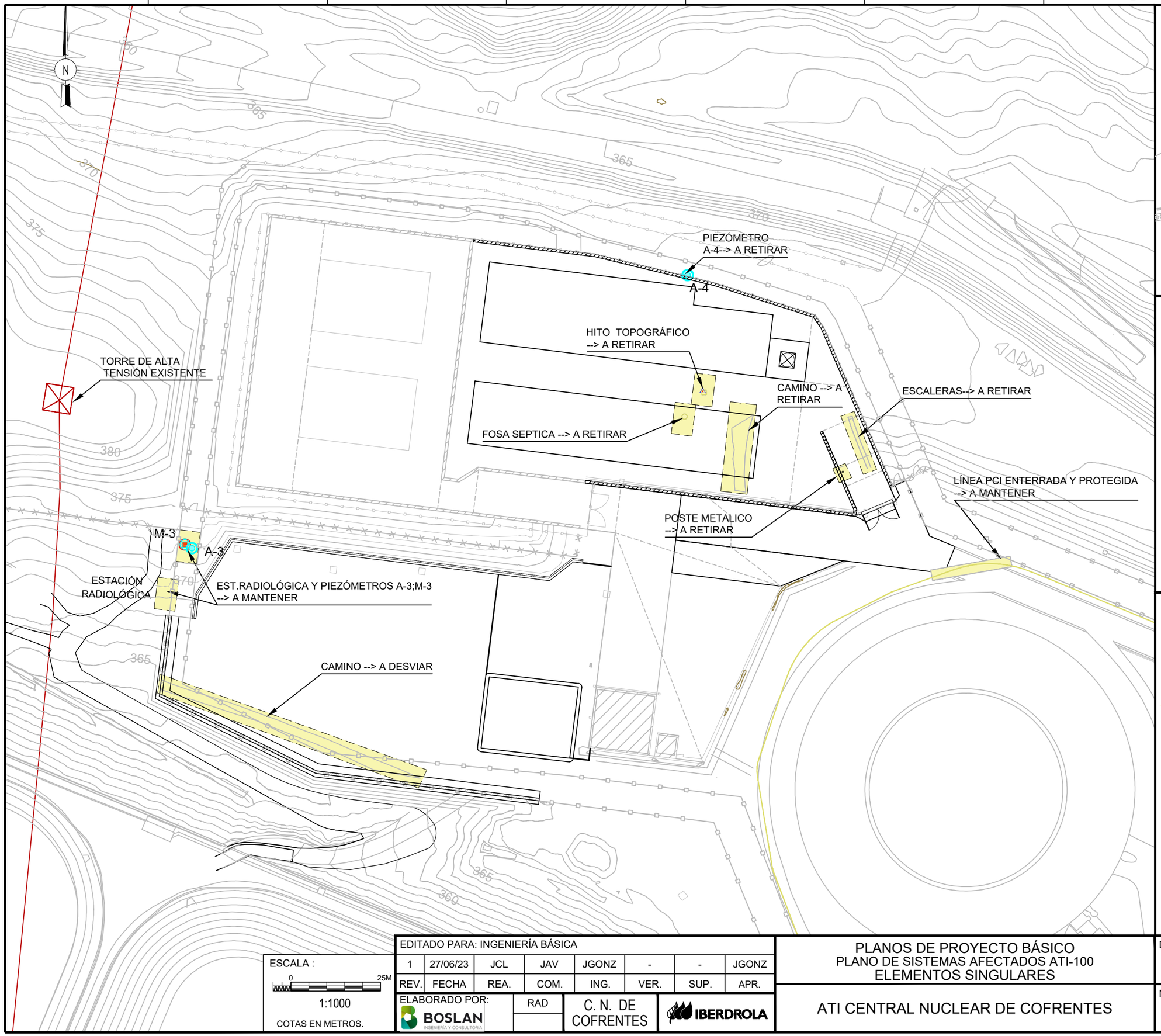
FORMATO A3

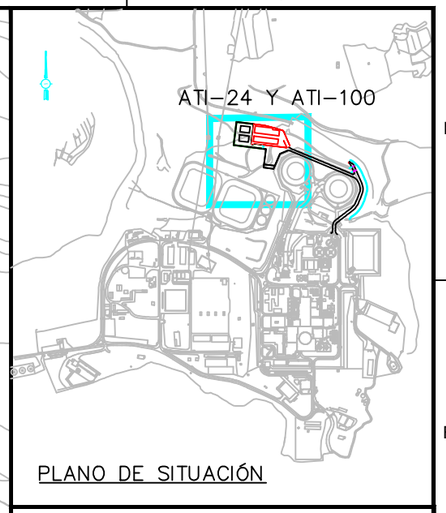
SIGUE EN 5

MPL XX0-6A339

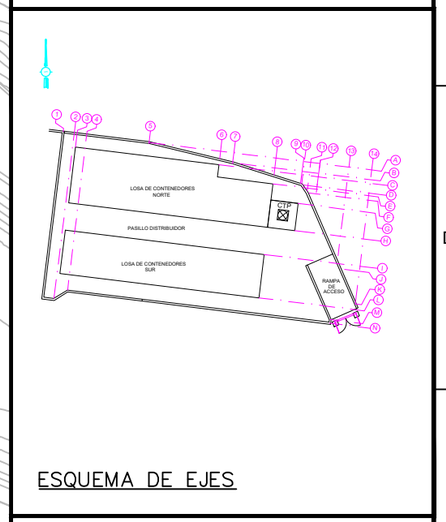
HOJA 4

REV. 1





PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

LEYENDA

- Piezómetros
- Pozo
- Hito Topográfico
- Interferencias

ESCALA :

0 25M

1:1000

COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
1	27/06/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA

RAD

C. N. DE COFRENTES

IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE SISTEMAS AFECTADOS ATI-100
ELEMENTOS SINGULARES

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0003

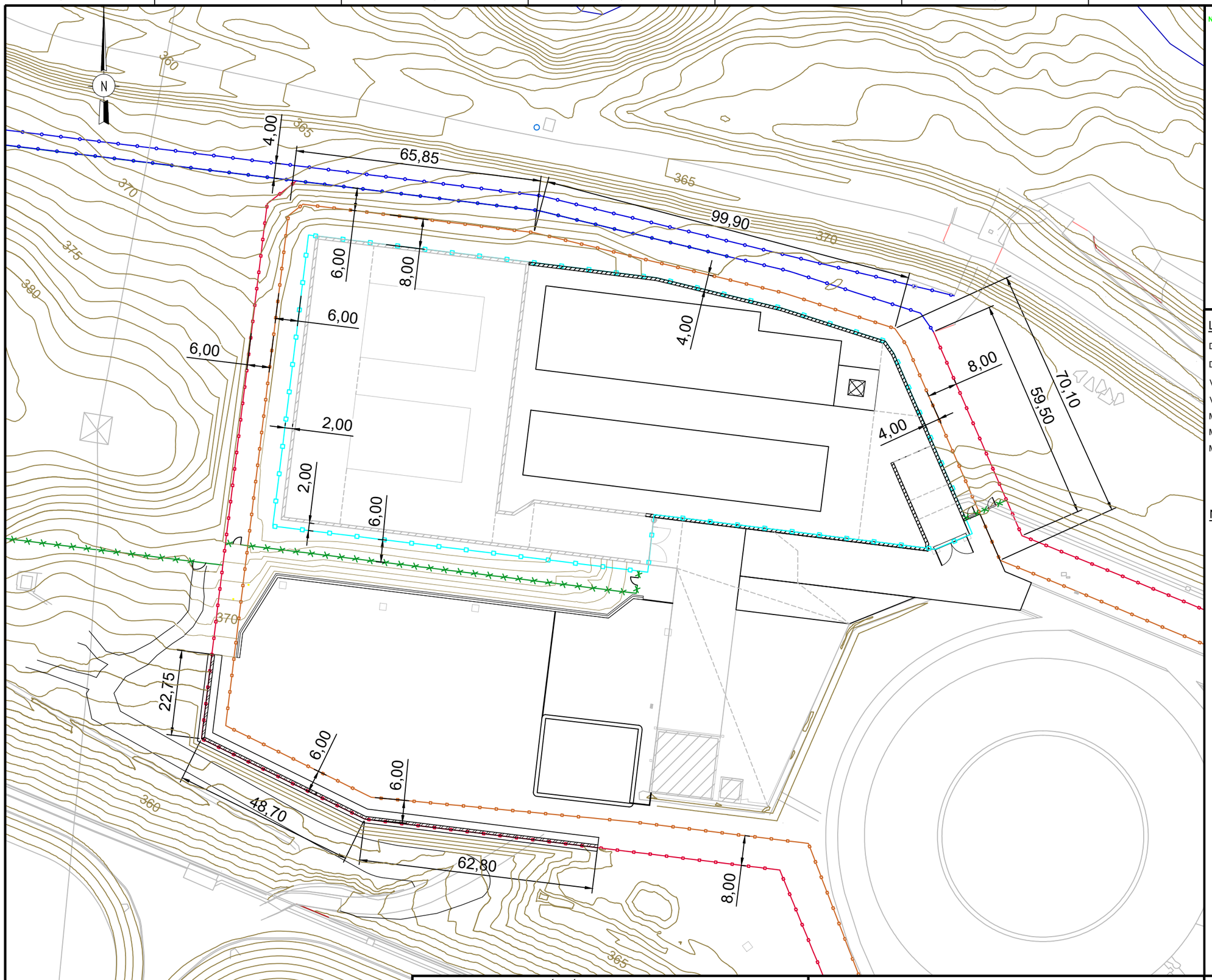
FORMATO A3

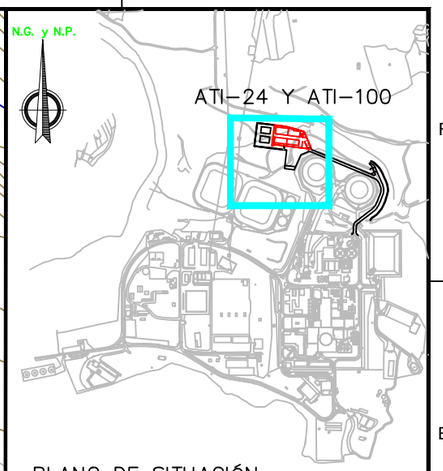
SIGUE EN -

MPL XX0-6A339

HOJA 5

REV. 1





PLANO DE SITUACIÓN

LEYENDA:

- DOBLE VALLADO ÁREA SUPERVISADA
- DOBLE VALLADO ÁREA PROTEGIDA
- VALLADO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
- VALLADO DE ZONA VITAL
- MURO DEL ATI-24
- MURO DEL ATI-100
- MURO DE PARCELA AUXILIAR

NOTAS:

- ACABADO EN SUPERFICIE ENTRE EL DOBLE VALLADO DEL ÁREA PROTEGIDA:
  - -- ZONAS PLANAS O DE PENDIENTE SUAVE: SE DISPONDRÁ MALLA ANTIHIERBAS Y UNA CAPA SUPERFICIAL DE GRAVA DE 10 CM DE ESPESOR.

ESCALA :
0 25M
1:1000
COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA

REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.
1	27/06/23	JCL	JAV	JGONZ	--	--	JGONZ

ELABORADO POR: BOSLAN INGENIERÍA Y CONSULTORÍA | RAD

C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE VALLADOS ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0004

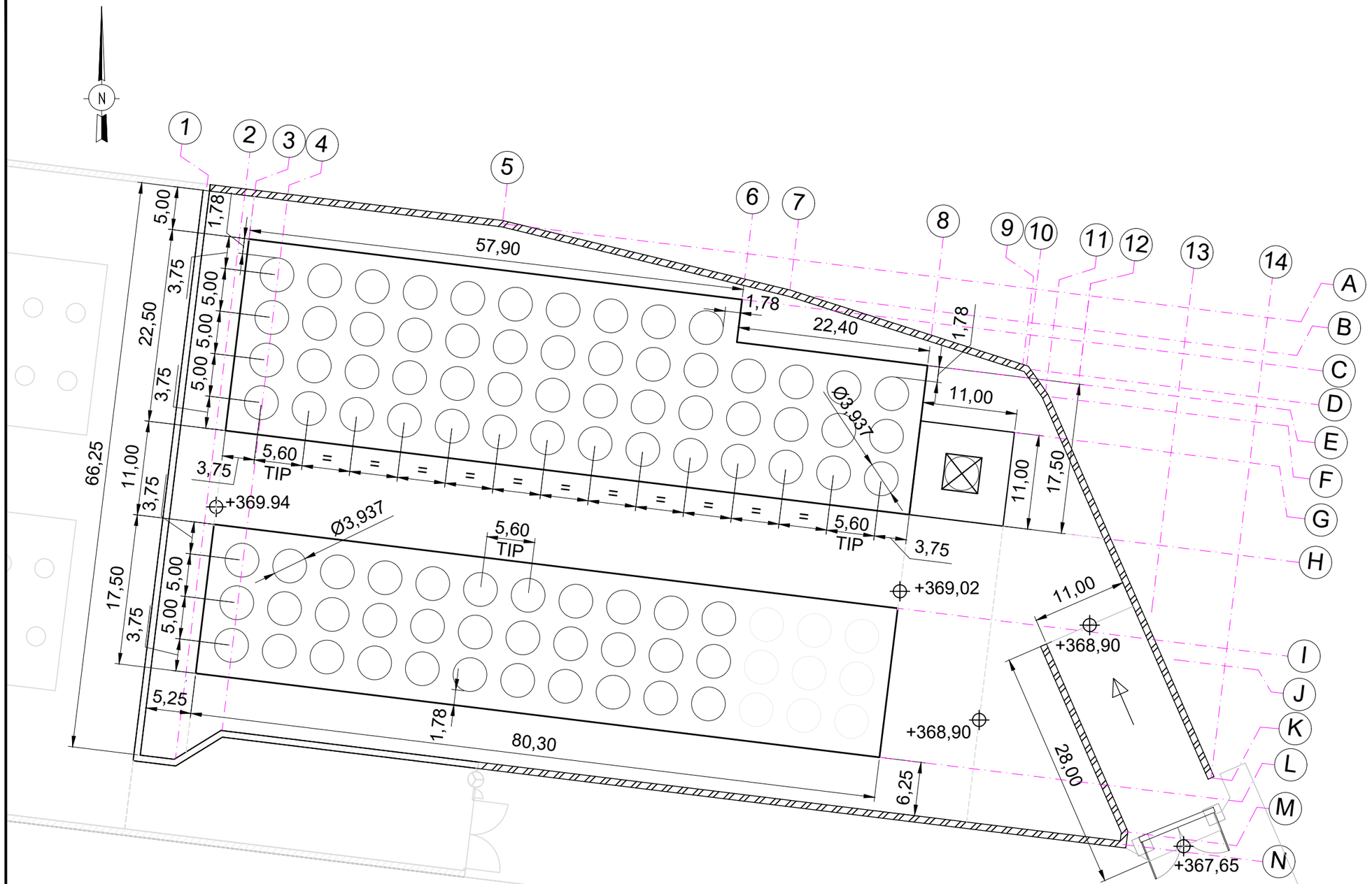
FORMATO A3

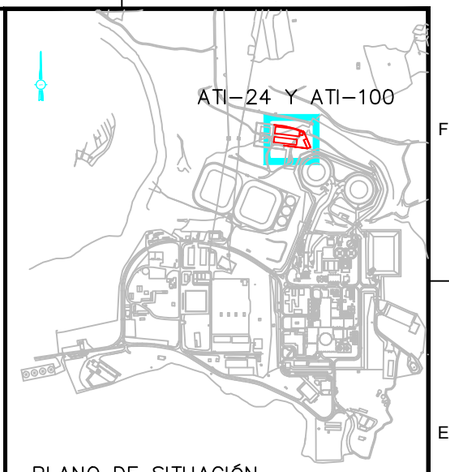
SIGUE EN -

MPL XX0-6A349

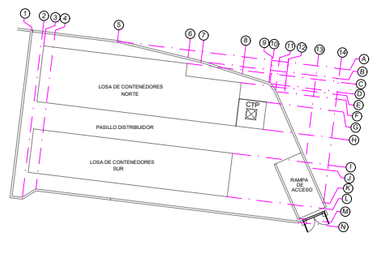
HOJA 1

REV. 1





PLANO DE SITUACIÓN



ESQUEMA DE EJES

NOTA:

Contenedores: Modelo HI-STORM FW
Diámetro 3937 mm.
Longitud 6800 mm.

ESCALA : 0 500 COTAS EN METROS.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA							
0	15/04/23	JCL	JAV	JGONZ	-	-	JGONZ
REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.

ELABORADO POR: .\Boslan.JPG | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE INGENIERÍA DE DETALLE
PLANO DE DISPOSICIÓN DE CONTENEDORES ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 51BOS0005

FORMATO A3

SIGUE EN -

MPL XX0-6A359

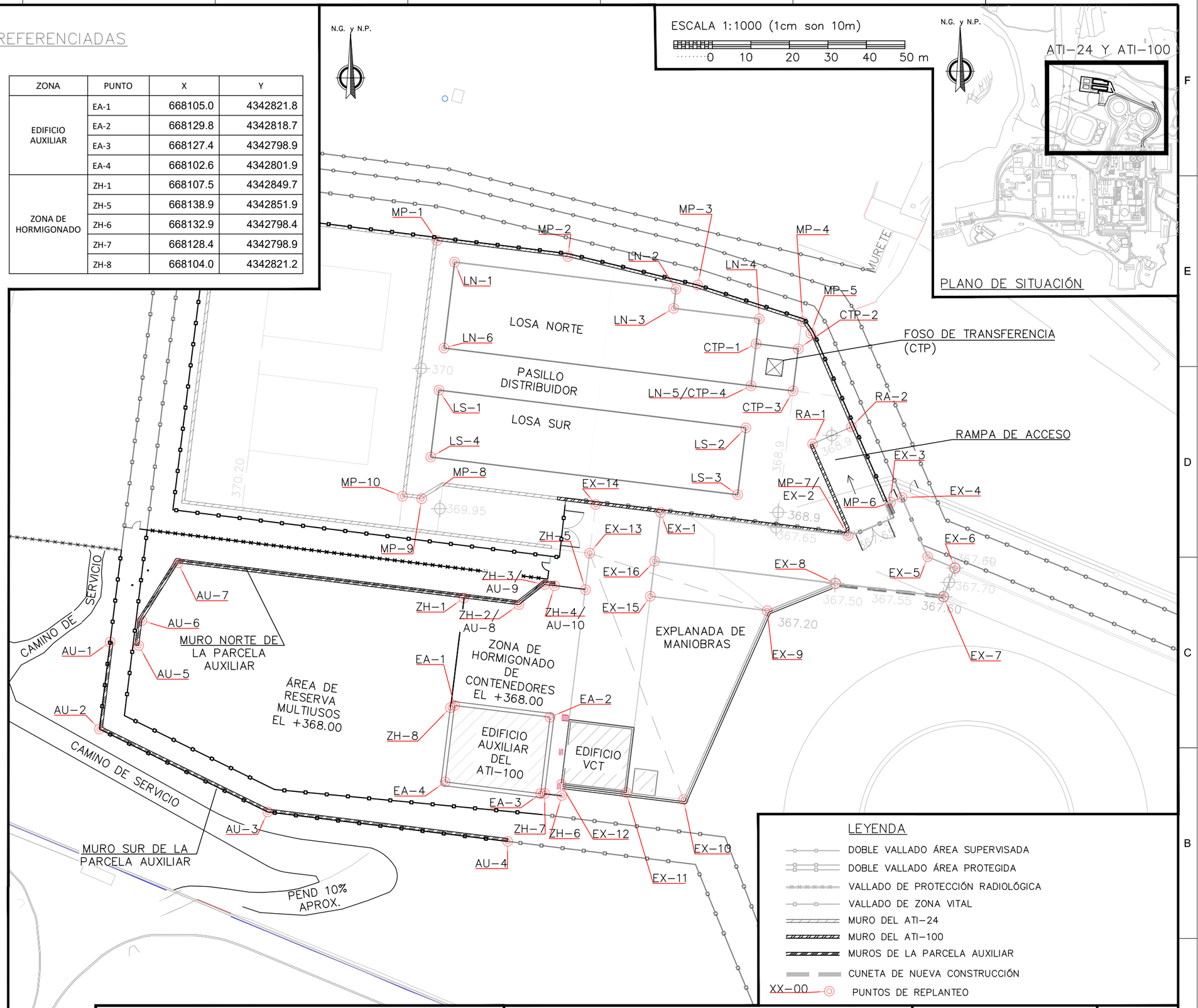
HOJA 1

REV. 0

COORDENADAS GEORREFERENCIADAS

ZONA	PUNTO	X	Y
MURO PERIMETRAL	MP-1	668100.5	4342943.2
	MP-2	668134.6	4342939.1
	MP-3	668168.2	4342930.9
	MP-4	668195.9	4342922.1
	MP-5	668198.2	4342918.8
	MP-6	668217.5	4342874.2
	MP-7/EX2	668207.3	4342865.9
	MP-8	668101.9	4342878.8
	MP-9	668096.5	4342875.5
	MP-10	668091.5	4342876.1
LOSA NORTE	LN-1	668105.1	4342936.9
	LN-2	668162.5	4342929.8
	LN-3	668161.9	4342924.9
	LN-4	668184.1	4342922.2
	LN-5 /CTP-4	668182.0	4342904.8
	LN-6	668102.3	4342914.6
LOSA SUR	LS-1	668182.0	4342903.7
	LS-2	668180.7	4342893.9
	LS-3	668178.5	4342876.5
	LS-4	668098.8	4342886.3
FOSO DE TRANSFERENCIA	CTP-1	668183.4	4342915.7
	CTP-2	668194.3	4342914.4
	CTP-3	668192.9	4342903.4
RAMPA DE ACCESO	RA-1	668198.0	4342889.7
	RA-2	668208.1	4342894.1
EXPLANADA DE MANIOBRAS	EX1	668158.5	4342871.9
	EX3	668218.2	4342874.5
	EX4	668221.2	4342875.8
	EX5	668227.9	4342860.4
	EX6	668234.9	4342857.5
	EX7	668232.0	4342850.0
	EX8	668203.8	4342853.5
	EX9	668186.2	4342846.4
	EX10	668164.4	4342797.3
	EX11	668149.6	4342799.2
	EX12	668132.7	4342801.3
	EX13	668140.1	4342861.3
	EX14	668141.7	4342874.0
	EX15	668155.9	4342850.1
	EX16	668157.0	4342859.2
MUROS PARCELA AUXILIAR	AU-1	668015.6	4342838.3
	AU-2	668012.9	4342815.7
	AU-3	668056.5	4342794.2
	AU-4	668118.8	4342786.5
	AU-5	668023.1	4342837.3
	AU-6	668023.9	4342843.8
	AU-7	668033.3	4342858.8
	AU-8/ZH-2	668121.8	4342848.0
	AU-9/ZH-3	668128.4	4342853.2
	AU-10/ZH-4	668131.0	4342852.9

ZONA	PUNTO	X	Y
EDIFICIO AUXILIAR	EA-1	668105.0	4342821.8
	EA-2	668129.8	4342818.7
	EA-3	668127.4	4342798.9
	EA-4	668102.6	4342801.9
ZONA DE HORMIGONADO	ZH-1	668107.5	4342849.7
	ZH-5	668138.9	4342851.9
	ZH-6	668132.9	4342798.4
	ZH-7	668128.4	4342798.9
	ZH-8	668104.0	4342821.2



EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA							
0	28/06/23	PCFE	EMFR	FTLO	--	--	FTLO
REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.

ELABORADO POR: IBERDROLA | RAD

C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE REPLANTEO DEL ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 2212/01228

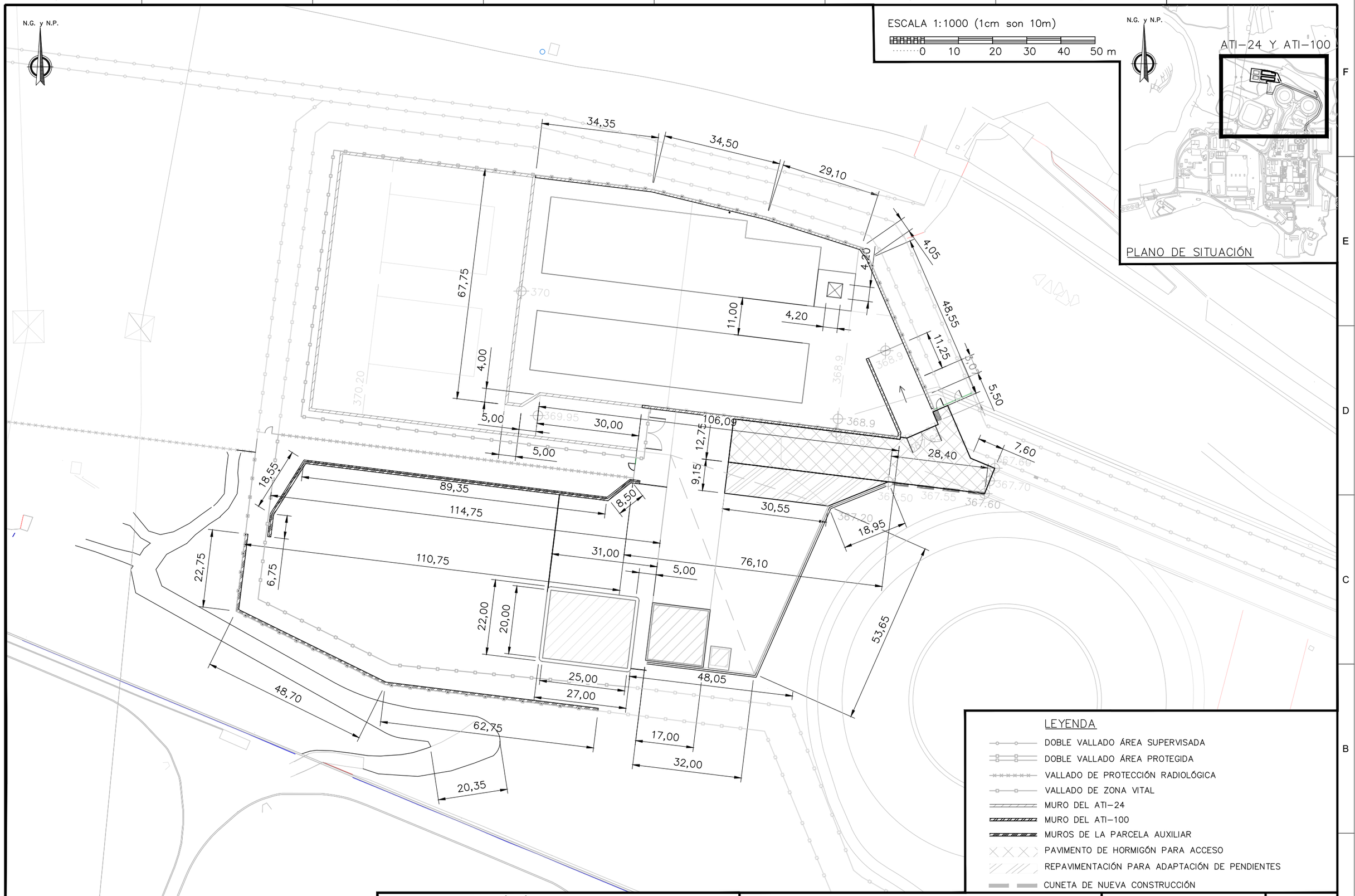
SIGUE EN -

FORMATO A3

MPL XX0-6A362

HOJA 1

REV. 0



EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA							
0	28/06/23	PCFE	EMFR	FTLO	--	--	FTLO
REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.

ELABORADO POR: IBERDROLA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE ACOTADOS DEL ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 2212/01229

SIGUE EN -

FORMATO A3

MPL XX0-6A372

HOJA 1 | REV. 0

ESCALA 1:1000 (1cm son 10m)

0 10 20 30 40 50 m

N.G. y N.P.

ATI-24 Y ATI-100

PLANO DE SITUACIÓN

ATI-100

ATI-24

LOSA NORTE

PASILLO DISTRIBUIDOR

LOSA SUR

MURETE

FOSO DE TRANSFERENCIA (CTP)

RAMPA DE ACCESO

ARQUETA 80cmx80cm

RAMPA DE ACCESO

ARQUETA 100cmx100cm

ARQUETA 120cmx 120cm

ACCESO PEATONAL ATI-100

ACCESO DE VEHÍCULOS ATI-100

CUNETA PERIMETRAL

PAVIMENTO DE HORMIGÓN

REPAVIMENTACIÓN PARA PENDIENTES

BÁCULO CON LUMINARIAS A 360°

CUNETA EN CABEZA DE TALUD

CAMINO DE SERVICIO

MURO NORTE DE LA PARCELA AUXILIAR

ARQUETA 120cmx120cm

CUNETA PERIMETRAL

BORDILLO PARA DELIMITAR ÁREAS

ÁREA DE RESERVA MULTIUSOS EL +368.00

ACERA PERIMETRAL

ZONA DE HORMIGONADO DE CONTENEDORES EL +368.00

EDIFICIO AUXILIAR DEL ATI-100

EDIFICIO VCT

EXPLANADA DE MANIOBRAS

BORDILLO PARA DELIMITAR ÁREAS

NUEVA ARQUETA AP-39N 120cmx120cm

CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

EDIFICIO DE CONTROL

CAMINO DE SERVICIO

MURO SUR DE LA PARCELA AUXILIAR

ARQUETAS 120cmx120cm

PEND 10% APROX.

BORDILLO PARA DELIMITAR ÁREAS

370 372 374 370 369 368 362 361 365

LEYENDA

- DOBLE VALLADO ÁREA SUPERVISADA
- DOBLE VALLADO ÁREA PROTEGIDA
- VALLADO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
- VALLADO DE ZONA VITAL
- MURO DEL ATI-24
- MURO DEL ATI-100
- MUROS DE LA PARCELA AUXILIAR
- PAVIMENTO DE HORMIGÓN PARA ACCESO
- REPAVIMENTACIÓN PARA ADAPTACIÓN DE PENDIENTES
- PAVIMENTO HORMIGÓN ARMADO
- CUNETA EXISTENTE
- CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN
- CANAL HORMIGÓN POLÍMERO ULMA F250K00R 310x300 mm.CON REJILLA DE FUNDICIÓN F900

ARQUETA HORMIGÓN CON IMBORNAL
- EXISTENTE
- NUEVA (DIMENSIONES INTERIORES EN cm)

LUMINARIA MODELO VMX.L064.V2.L2L4 (4000K) CARANDINI SOBRE BÁCULO DE 10 METROS
- EXISTENTE
- NUEVA

LUMINARIA MODELO VMX.L154.V4.F4Q1 (4000K) CARANDINI SOBRE BÁCULO DE 12M
- EXISTENTE
- NUEVA

PROYECTOR TMX L174H/GBOX. 1OL-ZG DE CARANDINI
- EXISTENTE
- NUEVO

PROYECTOR TMX L234/GBOX.1OL-ZG DE CARANDINI
- EXISTENTE
- NUEVO

PROYECTOR TMX L464/GBOX.2OL-ZG DE CARANDINI
- EXISTENTE
- NUEVO

BÁCULO CON PROYECTORES A 360°
- NUEVO

NOTAS:
1. PARA TRAZADO DE REDES DE DRENAJE CONSULTAR PLANO 2212/01231, MPL XX0-6A392.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA							
0	28/06/23	PCFE	EMFR	FTLO	--	--	FTLO
REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.

ELABORADO POR: IBERDROLA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE URBANIZACIÓN DEL ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 2212/01230

SIGUE EN 2

FORMATO A3

MPL XX0-6A382

HOJA 1

REV. 0

ESCALA 1:500 (1cm son 5m)

0 5 10 15 20 25 30 m

N.G. y N.P.

ARQUETA 100x100

LOSA NORTE

ARQUETA 100cmx100cm

FOSO DE TRANSFERENCIA

PASILLO DISTRIBUIDOR

ARQUETA 80cmx80cm

ARQUETA 120cmx120cm

LOSA SUR

ARQUETA 100cmx100cm

RAMPA DE ACCESO

ARQUETA 100cmx100cm

ACCESO PEATONAL ATI-100

ARQUETA 120cmx120cm

PAVIMENTO DE HORMIGÓN

ACCESO DE VEHÍCULOS ATI-100

374

CUNETA PERIMETRAL

REPAVIMENTACIÓN PARA PENDIENTES

CUNETA EN CABEZA DE TALUD

BORDILLO PARA DELIMITAR ÁREAS

BÁCULO CON LUMINARIAS A 360°

NUEVA ARQUETA AP-39N 120cmx120cm

MURO NORTE DE LA PARCELA AUXILIAR

EXPLANADA DE MANIOBRAS

CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

ZONA DE HORMIGONADO DE CONTENEDORES EL +368.00

BORDILLO PARA DELIMITAR ÁREAS

CANALETA EN PUERTA DE EDIFICIO

ACERA PERIMETRAL

N.G. y N.P.

ATI-24 Y ATI-100

PLANO DE SITUACIÓN

LEYENDA

- DOBLE VALLADO ÁREA SUPERVISADA
- DOBLE VALLADO ÁREA PROTEGIDA
- VALLADO DE PR
- VALLADO DE ZONA VITAL
- MURO DEL ATI-24
- MURO DEL ATI-100
- MUROS DE LA PARCELA AUXILIAR
- PAVIMENTO DE HORMIGÓN ACCESO
- REPAVIMENTACIÓN PARA ADAPTACIÓN DE PENDIENTES
- PAVIMENTO HORMIGÓN ARMADO
- CUNETA EXISTENTE
- CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN
- CANAL HORMIGÓN POLÍMERO ULMA F250K00R 310x300 mm.CON REJILLA DE FUNDICIÓN F900
- ARQUETA HORMIGÓN CON IMBORNAL
  - EXISTENTE
  - NUEVA (DIMENSIONES INTERIORES cm)
- LUMINARIA MODELO VMX.L064.V2.L2L4 (4000K) CARANDINI SOBRE BÁCULO DE 10 METROS
  - EXISTENTE
  - NUEVA
- LUMINARIA MODELO VMX.L154.V4.F4Q1 (4000K) CARANDINI SOBRE BÁCULO DE 12M
  - EXISTENTE
  - NUEVA
- PROYECTOR TMX L174H/GBOX. 10L-ZG DE CARANDINI
  - EXISTENTE
  - NUEVO
- PROYECTOR TMX L234/GBOX.10L-ZG DE CARANDINI
  - EXISTENTE
  - NUEVO
- PROYECTOR TMX L464/GBOX.20L-ZG DE CARANDINI
  - EXISTENTE
  - NUEVO
- BÁCULO CON PROYECTORES A 360°
  - NUEVO

NOTAS:
1. PARA TRAZADO DE REDES DE DRENAJE CONSULTAR PLANO 2212/01231, MPL XX0-6A392.

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA							
0	28/06/23	PCFE	EMFR	FTLO	--	--	FTLO
REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.

ELABORADO POR: IBERDROLA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO
PLANO DE URBANIZACIÓN DEL ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 2212/01230

SIGUE EN -

FORMATO A3

MPL XX0-6A382

HOJA 2

REV. 0

ESCALA 1:1000 (1cm son 10m)

0 10 20 30 40 50 m

N.G. y N.P.

ATI–24 Y ATI–100

PLANO DE SITUACIÓN

PENDIENTE SUPERFICIAL: 1.14%

1.14%

ARQUETA 100cmx 100cm

ARQUETA 100cmx100cm

ARQUETA 120cmx120cm

ARQUETA 80cmx80cm

MURETE

RAMPA DE ACCESO. TRAMO EN CURVA. 3.63% L=11.52m

RAMPA DE ACCESO. TRAMO RECTO. 7.5% L=5.33m

RAMPA DE ACCESO. TRAMO EN CURVA. 3.64% L=11.54m

RAMPA DE ACCESO

ø600

ø500

ø800

CUNETA PERIMETRAL

CUNETA EN CABEZA DE TALUD

CAMINO DE SERVICIO

ARQUETA 120cmx120cm

CANALETA EN PUERTA DE EDIFICIO

ARQUETA EXISTENTE

ARQUETA 100cmx100cm

1.5%

1.15%

1.35%

NUEVA ARQUETA AP–39N 120cmx120cm

CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

ARQUETAS 120cmx120cm

PEND 10% APROX.

CONEXIÓN A RED DE PLUVIALES DE CNC

ø1000

LEYENDA

- DOBLE VALLADO ÁREA SUPERVISADA
- DOBLE VALLADO ÁREA PROTEGIDA
- VALLADO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
- VALLADO DE ZONA VITAL
- MURO DEL ATI–24
- MURO DEL ATI–100
- MUROS DE LA PARCELA AUXILIAR
- CUNETA EXISTENTE
- CUNETA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN
- CANAL HORMIGÓN POLÍMERO ULMA F250K00R 310x300 mm. CON REJILLA DE FUNDICIÓN F900
- COLECTOR DE PLUVIALES
  - PARA ø≤400mm: PVC SERIE U
  - PARA ø>400mm: HORMIGÓN ARMADO
- DREN ø150mm DE PEAD BAJO LOSAS DE CONTENEDORES
- COLECTOR DE PLUVIALES ATI–24
- PENDIENTE DE SUPERFICIE
- ARQUETA HORMIGÓN CON IMBORNAL
  - EXISTENTE
  - NUEVA (DIMENSIONES INTERIORES EN cm)

EDITADO PARA: INGENIERÍA BÁSICA							
0	28/06/23	PCFE	EMFR	FTLO	--	--	FTLO
REV.	FECHA	REA.	COM.	ING.	VER.	SUP.	APR.

ELABORADO POR: IBERDROLA | RAD | C. N. DE COFRENTES | IBERDROLA

PLANOS DE PROYECTO BÁSICO

PLANO DE DRENAJES INTERIORES Y PLUVIALES DEL ATI-100

ATI CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

DOCUMENTO 2212/01231

SIGUE EN -

FORMATO A3

MPL XX0-6A392

HOJA 1

REV. 0

DOCUMENTO Nº2:

INFORME GEOTÉCNICO

Codexsa
Ingeniería y Control

MPL: XX0-5A549
DOC: GT202230

IBERDROLA

SERVICIO TÉCNICO

	APROBADO	Vº Bº
SIGLAS	EMFR	FTLO
FIRMA		
FECHA	29/03/23	31/03/23

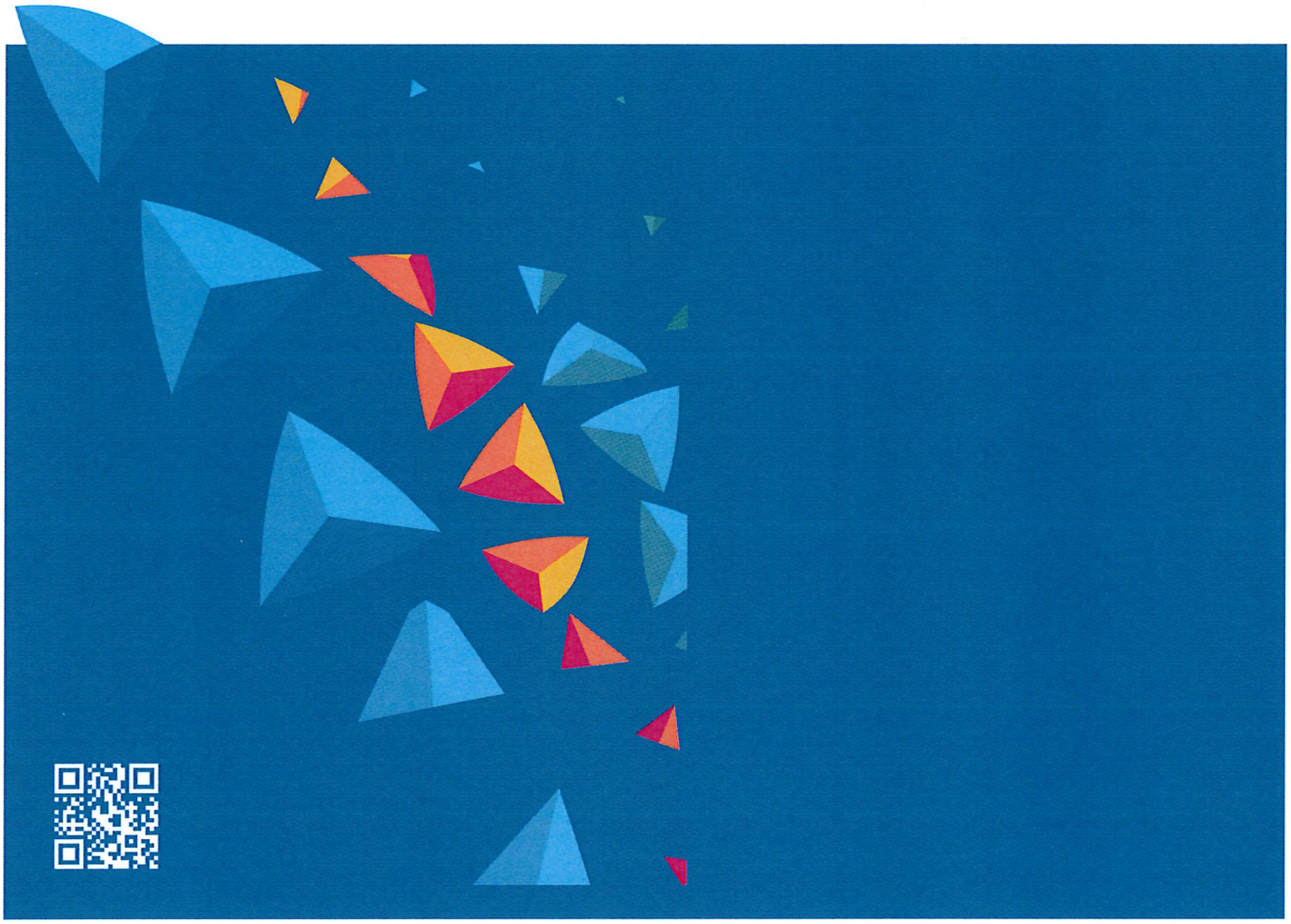
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: ATI-100. Estudio Geotécnico del emplazamiento. Central Nuclear de Cofrentes.

N/RF: GT.2022/30

FECHA: marzo de 2023

Incluye informe PDF



MEMORIA

1. OBJETIVO....4
2. ANTECEDENTES....4
3. NORMATIVAS DE REFERENCIA....4
4. SISTEMAS DE UNIDADES Y SIMBOLOS UTILIZADOS....5
5. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS....5
6. LOCALIZACIÓN....6
7. ENCUADRE GEOLÓGICO....10
7.1. Introducción....10
7.2. Estratigrafía....11
7.3. Tectónica....13
7.4. Hidrogeología y geomorfología....14
8. SISMICIDAD DE LA ZONA....15
9. GEOLOGÍA LOCAL DEL EMPLAZAMIENTO DEL ATI 100....18
10. INVESTIGACIÓN GEOTECNICA REALIZADA....20
10.1. Especificaciones técnicas de los trabajos realizados....20
10.2. Planificación de las prospecciones....21
10.3. Sondeos geotécnicos....21
10.4. Ensayos SPT....24
10.5 Ensayos presiométricos....26
10.6 Ensayos de permeabilidad in situ....27
10.7 Toma de muestras....27
10.8 Nivel freático....29
10.9 Ensayo Down-Hole....29
10.10 Tomografía sísmica....34
10.11 Vibración natural del terreno....37
10.12 Resistividad eléctrica del terreno....39
10.12 Resistividad térmica del terreno....41
10.13 Ensayos de laboratorio....42
11. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA GENERAL DEL TERRENO DEL EMPLAZAMIENTO....43
11.1. Estratigrafía general. Estructura geológica del subsuelo....43
12. NIVELES GEOTECNICOS. DESCRIPCIÓN Y PARÁMETROS....44
12.1. UG0. Terreno vegetal....44
12.2. UG1. Conglomerados, terraza fluvial (Pleistoceno)....44
12.2.1. Determinación del grado de compacidad natural....45
12.2.2. Identificación y estado natural....47
12.2.3. Parámetros resistentes y deformacionales....48
12.2.4. Coeficiente de permeabilidad....51
12.2.5. Tabla resumen. Parámetros asignados a la UG1....51

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

12.3. UG-2. Paquete detrítico terciario. 52
12.3.1. UG-2.1 Limos areno arcillosos rojizos (UG 2.1_Li) con intercalación de conglomerados (UG 2.1_Co). 52
12.3.1.1. Identificación y estado natural. 54
12.3.1.2. Determinación del grado de consistencia a partir de N_{30} y q_u. 56
12.3.1.3. Parámetros de resistencia al corte. 61
12.3.1.4. Parámetros deformacionales. 63
12.3.1.5. Parámetros edométricos. 65
12.3.1.6. Potencial expansivo. 66
12.3.1.7. Permeabilidad. 66
12.3.1.8. Tabla resumen. Parámetros asignados a la UG 2.1. 67
12.3.2. UG-2.2. Alternancia de conglomerados cementados (UG2.2_Co) y limolitas (UG2.2-Li) con pasadas de areniscas (UG2.2_Ar). 69
12.3.2.1. Identificación y estado natural. 70
12.3.2.2. Parámetros resistentes y deformacionales. 72
12.3.2.3. Coeficiente de permeabilidad. 76
12.3.2.4. Tabla resumen. Parámetros asignados a la UG2.2. 76
12.4. Tabla resumen general. 77
12.5. Perfil geotécnico. 77
12.6. Integración del emplazamiento del ATI en el marco geotécnico de la CNC. 82
13. AGRESIVIDAD DEL MEDIO HACIA EL HORMIGÓN 83
14. ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS. 84
14.1 Introducción. 84
14.2. Objetivos. 85
14.3 Requisitos para la cimentación 85
14.4. Geometría y presiones estáticas de trabajo de las cimentaciones previstas 86
14.5. Condición de exclusión de singularidades 88
14.6. Condición de Estabilidad (ELU). 88
14.6.1. Fundamento teórico. 88
14.6.2. Cálculo de las presiones admisibles en razón al hundimiento. 89
14.7. Condición de Asentamientos (ELS) 104
14.7.1. Tolerancias recomendadas. 104
14.7.2. Asentamiento de las losas de almacenamiento. 105
14.7.3. Asentamientos en muros perimetrales. 109
14.8. Estimación de módulos de balasto. 113
14.8.1. Módulo de balasto vertical 113
14.8.2. Cálculo de módulo de balasto estático horizontal 114
14.9. Estimación de constantes elásticas para cálculos dinámicos de interacción suelo-estructura. 114
15. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS EXCAVACIONES TEMPORALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 117
15.1. Datos de partida 117
15.2. Metodología de cálculo 118

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

15.3. Resultados 118
16. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DE LA CONTENCIÓN PERIMETRAL 121
16.1. Datos de partida 121
16.2. Metodología de cálculo 122
16.3. Cálculos de estabilidad 122
17. COEFICIENTES DE EMPUJE DEL TERRENO 129
18. MOVIMIENTO DE TIERRAS 134
18.1. Excavabilidad 134
18.2. Aprovechamiento de materiales 137
19. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 137

ANEXOS

a. Plano de situación de reconocimientos.
b. Columnas de los sondeos.
c. Fotografías de las cajas de testigo.
d. Perfiles geotécnicos.
e. Ensayos presiométricos.
f. Ensayos de permeabilidad in situ.
g. Resultado de resistividad eléctrica.
h. Resultados de resistividad térmica.
i. Resultados de los ensayos de laboratorio.
j. Fotografías de los trabajos realizados.
k. INFORME ESTUDIO GEOFÍSICO.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

1. OBJETIVO.

IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U (en adelante IGN) ha solicitado a CODEXSA Ingeniería y Control (Laboratorio acreditado para la Construcción y Mecánica del Suelo) la realización de un estudio geotécnico.

El objetivo de este estudio es el análisis e interpretación de la información geológica-geotécnica obtenida de cara a la caracterización geotécnica del futuro emplazamiento del nuevo Almacén Temporal Individualizado (ATI-100) proyectado en la central Nuclear de Cofrentes (CNC). Para el análisis de los condicionantes geotécnicos del futuro emplazamiento del ATI-100 se dispondrá, adicionalmente, de los resultados (in situ y de laboratorio) obtenidos en la campaña realizada previamente para el ATI-24, por lo que se han tomado para complementar el análisis de la actual campaña los sondeos realizados en el entorno del lindero oeste del nuevo emplazamiento de estudio (S-4, S-5, S-9, S-10, S-18, S-19 y S-20)

Los objetivos marcados para el presente informe son los siguientes:

- Conocer y definir la naturaleza geológica-geotécnica del subsuelo donde se emplazará el futuro elemento constructivo.
- Establecer las propiedades resistentes y deformacionales de las unidades geotécnicas identificadas en la zona del futuro emplazamiento.
- Determinar los parámetros de interacción suelo-estructura.
- Evaluar la agresividad química del subsuelo y las aguas freáticas frente al hormigón.
- Analizar la interacción de la infraestructura proyectada con el terreno de soporte.

2. ANTECEDENTES.

Entre las instalaciones auxiliares de las que dispone la CNC, se encuentra la primera fase del Almacén Temporal Individualizado (denominado ATI-24), situado junto al borde norte del recinto vallado, entre las torres de refrigeración y dos torres de las LAT de evacuación.

Dicho ATI-24 ha sido autorizado por el CSN y puesto en operación en 2021, si bien se ha decidido ampliar la capacidad de almacenamiento mediante la construcción de una segunda fase del ATI junto a la actual (ATI-100), aprovechando tanto los viales de acceso como la plataforma de maniobra y su nave auxiliar.

Supone la ocupación de unos 6.000m^2 adyacentes al anterior ATI-24 y su acceso, de forma poligonal en planta, todo ello situado dentro del vallado perimetral de seguridad.

La actual campaña geotécnica es la primera fase del licenciamiento y diseño para llevar a cabo el futuro proyecto de construcción del Almacén Temporal Individualizado 100 (ATI-100), en el cual se almacenará combustible nuclear gastado.

La construcción del ATI-100 se llevará a cabo con el fin de disponer de un área en el que almacenar el residuo nuclear una vez se lleve a cabo el cierre de actividad de la instalación.

3. NORMATIVAS DE REFERENCIA

A continuación, se cita por orden alfabético la normativa técnica de referencia utilizada para este tipo de actuación, en el ámbito nuclear:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

- ASCE 4-98, Seismic Analysis of Safety-Related Nuclear Structures and Commentary.

- ASTM, normativa americana, aplicable cuando no exista UNE EN o ISO comparable.

- CE-21, Código Estructural (Real Decreto 470/2021).

- CTE-DB-SE-C, Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad estructural: Cimientos.

- EC-7, Eurocódigo 7. Proyecto Geotécnico (norma UNE EN 1997-1:2016).

- EC-8, Eurocódigo 8. Proyecto de estructuras sismorresistentes (norma UNE-EN 1998-1:2018).

- NCSE-02, Norma de Construcción Sismorresistente.

- NUREG/CR-5738 Field investigations for foundations of NP facilities.

- R.G. 1.132 Site investigations for foundations of NPP.

- R.G. 1.138 Laboratory investigations of soils and rocks for engineering analysis and design of NPP.

- UNE EN, normativa española para ensayos geotécnicos.

Cabe señalar que la aplicación a este proyecto del Código Técnico de la Edificación (CTE) resulta voluntaria, dado que no se trata de una edificación; y que el Eurocódigo 7 (EC-7) es una normativa europea básica, de referencia voluntaria.

4. SISTEMAS DE UNIDADES Y SIMBOLOS UTILIZADOS

De acuerdo con los criterios del Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida, el presente estudio utilizará el Sistema Internacional de pesos y medidas, con las siguientes unidades y sus múltiplos:

- Fuerza:	kN, MN
- Masa:	kg
- Momento:	kN·m
- Densidad:	kg/m^3
- Peso específico:	kN/m^3
- Tensión, presión, resistencia y rigidez:	kN/m^2 (kPa); N/mm^2 (MPa)
- Módulo de balasto:	kN/m^3; MN/m^3
- Coeficiente de permeabilidad:	m/s; cm/s
- Coeficiente de consolidación:	m^2/s

Los símbolos se detallan en el mencionado RD.

5. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

El presente documento utilizará de forma generalizada, las siguientes abreviaturas:

- ASTM	American Society for Testing and Materials
- ATI	Almacén Temporal Individualizado
- CE-21	Código estructural
- CNC	Central Nuclear de Cofrentes

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

- CTE — Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Cimientos
- EC-7 — Eurocódigo 7. Proyecto Geotécnico
- EC-8 — Eurocódigo 8. Proyecto de estructuras sismorresistentes.
- ELS — Estado límite de servicio
- ELU — Estado límite último
- GTC — Geotecnia de Trabajos de Campo
- GTL — Geotecnia de Trabajos de Laboratorio
- MI — Muestra inalterada
- NCSE-02 — Norma de Construcción Sismo-resistente
- NF — Nivel fréatico
- SPT — Standard Penetration Test
- TP — Testigo parafinado
- UNE — Normativa española
- USCS — Unified Soil Classification System
- UTM — Universal Transverse Mercator

6. LOCALIZACIÓN

La Central Nuclear de Cofrentes fue puesta en servicio el 14 octubre de 1984, empezando a operar en marzo del 1985, se sitúa a dos kilómetros de la localidad de Cofrentes (provincia de Valencia) en la cola del embalse de Embarcaderos, en la margen derecha del río Júcar del que toma el agua para su refrigeración. Funciona mediante un sistema nuclear de producción de vapor formado por un reactor de agua ligera en ebullición del tipo BWR-6 y recinto de contención tipo MARK 3 (diseñado por General Electric). La central nuclear de Cofrentes presenta una potencia instalada de 1092 MWe. Dicha instalación es propiedad de Iberdrola.

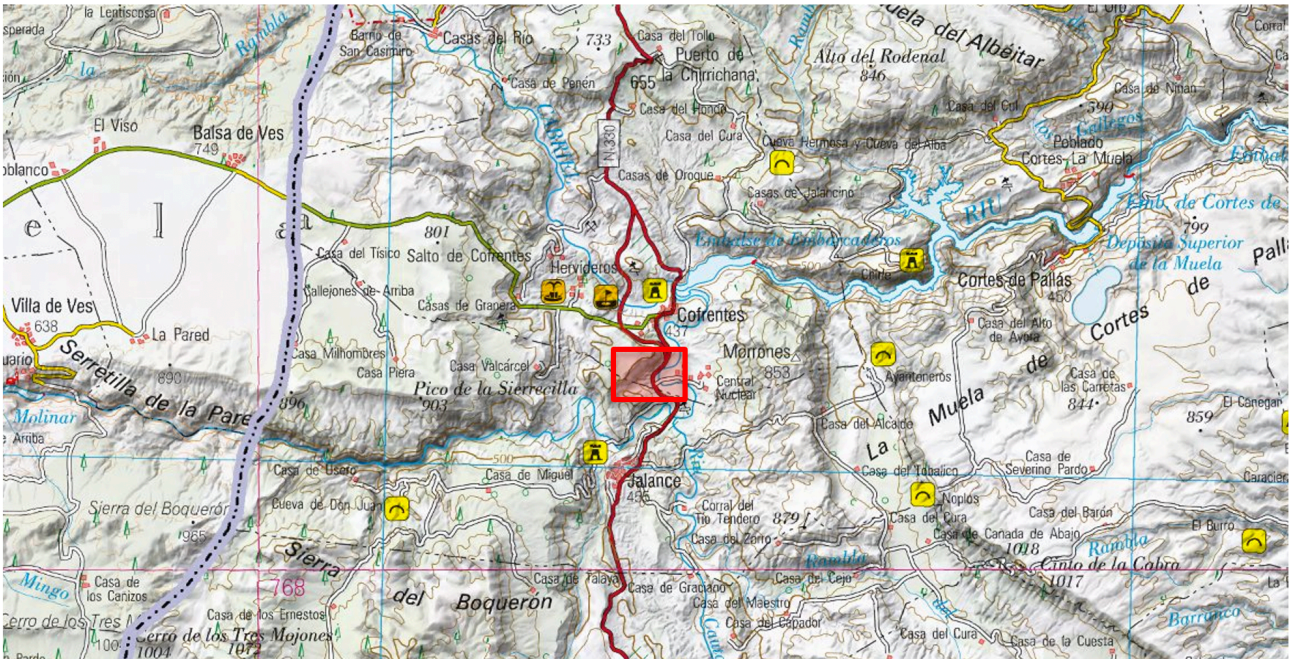


Figura 1. Situación general de la zona de actuación (Iberpix)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

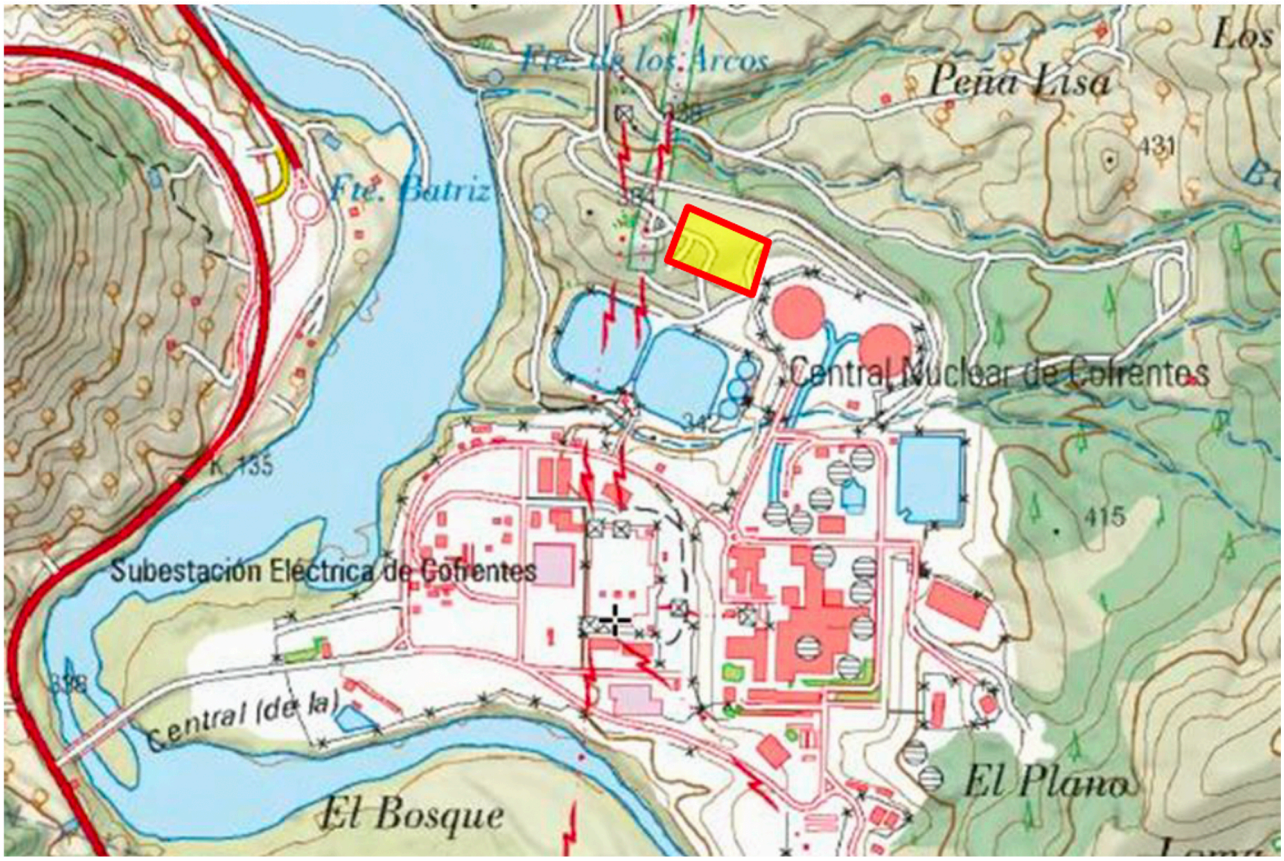


Figura 2. Situación de la zona de actuación dentro de la CNC (Iberpix).

En la figura 3 se indica la localización exacta del área destinada a la construcción del nuevo ATI-100. Concretamente se sitúa junto al anterior almacén temporal "ATI-24", sobre una morfología plana delimitada en su flanco sur por un talud de unos 4 metros de altura, actualmente esta zona no se encuentra empleada para ningún uso concreto.



Figura 3. Situación del recinto del nuevo ATI-100 respecto del ATI-24 (Google Earth)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

El ATI estará formado por una zona de seguridad vallada con una plataforma de trabajo de aproximadamente 7.000 m^2. En las siguientes fotografías se muestra el estado actual del emplazamiento y algunos de los puntos de reconocimiento:



Fotografía 1. Vista general del emplazamiento del ATI 100 durante la perforación del sondeo S-40.



Fotografía 2. Vista general del emplazamiento del ATI 100 durante la perforación del sondeo S-49, fotografía realizada desde la explanada auxiliar del anterior ATI-24.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



Fotografía 3. Vista general del emplazamiento del ATI 100 durante la perforación del sondeo S-46, fotografía realizada desde la explanada auxiliar del anterior ATI.



Fotografía 4. Vista general del emplazamiento del ATI 100 durante la perforación del sondeo S-42.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

7. ENCUADRE GEOLÓGICO.

7.1. Introducción.

La CN Cofrentes se encuentra en la margen derecha del río Júcar, cercana a la localidad homónima de la provincia de Valencia (Figura 2). Geológicamente el emplazamiento se enmarca en la Cordillera Ibérica y en proximidad al Prebético Oriental, dentro del área fisiográfica denominada Serranías Valencianas.

Los materiales más antiguos que conforman el subsuelo son fundamentalmente mesozoicos, comprendiendo desde el Triásico (sedimentación continental y marina somera) al Jurásico-Cretácico (marinos). Posteriormente se impone una dinámica sedimentaria continental a lo largo del Neogéno, dejando tras de sí depósitos fluvio-lacustres de entidad.

De manera coetánea existió actividad volcánica finipliocena al norte de Cofrentes.

La orogenia alpina y su deformación asociada han dejado una importante impronta no sólo en el relieve, sino también en los procesos de modelado del terreno. La deformación alpina originó en la zona una tectónica de bloques, formado pilares y fosas tectónicas alternantes; y que suelen seguir una dirección N-S, en unos bloques, y E-W, en otros. Las fosas tectónicas han sido aprovechadas por los cursos fluviales de los ríos Júcar y Cabriel, que han acentuado si cabe, la fisonomía del paisaje impuesto. Se distinguen así bloques levantados y amesetados que reciben el nombre de "Muelas"; que contrastan con fosas ocupadas por los ríos que conforman valles fluviales relativamente abruptos (sea ejemplo el desnivel de 600m encontrado a la altura de la localidad de Cortes de Pallás).



Fotografía 5. Panorámica de Cofrentes y la Central Nuclear, realizada desde Cerro de Agras (Volcán de Cofrentes)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



Fotografía 6. Panorámica de la Central Nuclear de Cofrentes (CNC), realizada desde la Muela de Cofrentes.

7.2. Estratigrafía.

Como se ha mencionado en la introducción, los materiales encontrados en el entorno de Cofrentes se adscriben al Mesozoico y al Cenozoico.

Las facies Triásicas aflorantes son las facies Muschelkalk y Keuper. El paso de una a otra se realiza en continuidad estratigráfica. La primera, del Triásico medio, aflora en fondo de los valles. Está constituida por dolomías arcillosas, dolomías calcáreas, calizas micríticas y margas (IGME, 1980). La segunda, que se extiende hasta el Triásico Superior, también aflora en los valles. Está formada por diversas formaciones de arcillas abigarradas, yesos, dolomías y carniolas. Su ambiente de sedimentación es de tipo continental y lacustre-pericontinental.

Los afloramientos jurásicos son extremadamente escasos. Están constituidos por calizas microcristalinas y oncolíticas, y alternancias de calizas arcillosas y margocalizas grises (IGME, 1980). Se adscriben al Jurásico Superior (Kimmerdigiense). En contraste, los materiales de edad cretácica media y superior (Albense a Maastricehnse) son muy abundantes. Éstos afloran a ambos lados del río Júcar, elevados en el paisaje tabular que predomina. Están formados por calizas microcristalinas, calizas dolomíticas y areniscas con contenido fósil. Su mayor competencia, junto con la participación de la tectónica alpina, ha hecho que formen epirelieves meseteños conocidos como "muelas".

En cuanto a los materiales cenozoicos, la CN Cofrentes se encuentra emplazada sobre el Miembro los Isidros, de edad Mioceno superior (Turoliense). Se ha definido este miembro como una unidad de depósitos netamente continentales, incluida en una cubeta tectónica con ambiente de sedimentación lacustre. En conjunto, esta unidad se encuentra constituida por materiales detríticos –argilitas, limolitas, calcarenitas y conglomerados– en donde los niveles de granulometría más gruesa carecen de continuidad lateral. Todo el conjunto presenta una tonalidad roja, con niveles ocres que por lo general corresponde a materiales calcareníticos y

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

margo-arcillosos. A escala regional, se aprecian diferencias litológicas, dependiendo de la edad de los macizos mesozoicos que constituyen las áreas madre de estos depósitos. Así, en las proximidades de los relieves triásicos es muy frecuente la aparición de numerosos cristales de cuarzo hematoideo y yesos, entre los depósitos detríticos de la base de la formación. Por el contrario, en las inmediaciones de las elevaciones cretácicas, la base está formada por conglomerados calcáreos, generalmente de tipo brechoide, con matriz arcillosa rojiza.

También se ha constatado actividad volcánica de hace 1,5 millones de años aproximadamente (finipliocena). Es patente no sólo en la persistencia del edificio volcánico al norte de la localidad de Cofrentes, sino por la presencia de fragmentos de basalto olivínico diseminados en las terrazas cuaternarias y finipliocenas.

El cuaternario está representado por terrazas consolidadas del Pleistoceno, de varios metros de espesor. Existen también acarreos holocenos de la caja fluvial, más sueltos, añadiéndose algunos arrastres limosos de los barrancos que bajan al Júcar por el lado derecho.

En la Fig. 4 se muestra un fragmento de la Hoja nº 745, "Jalance" del MAGNA escala 1: 50000. La posición aproximada del ATI se representa en el cuadro de color rojo.

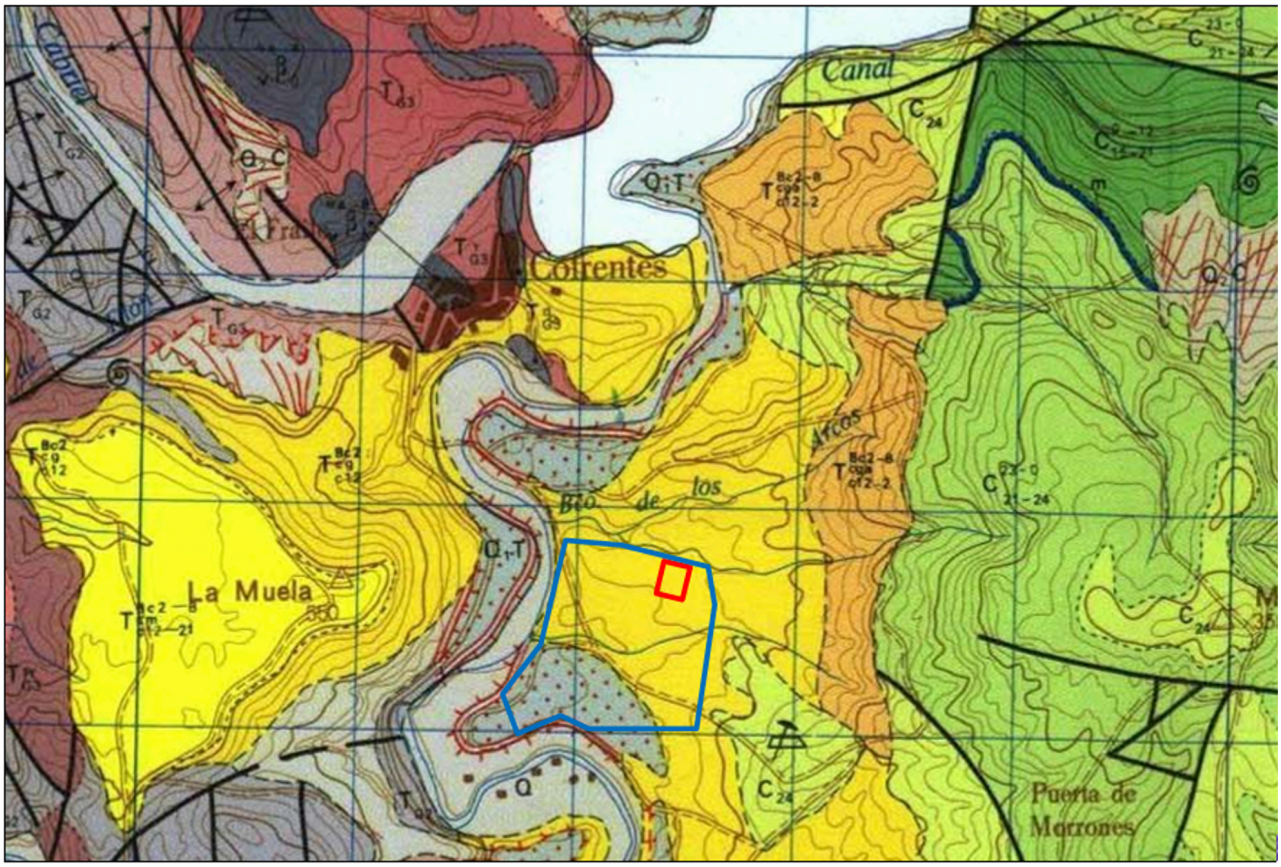


Figura 4. Fragmento Hoja nº 745 "Jalance" del mapa geológico nacional a escala 1:50 000, marcando en azul el recinto de CNC y en rojo el futuro emplazamiento del ATI 100.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

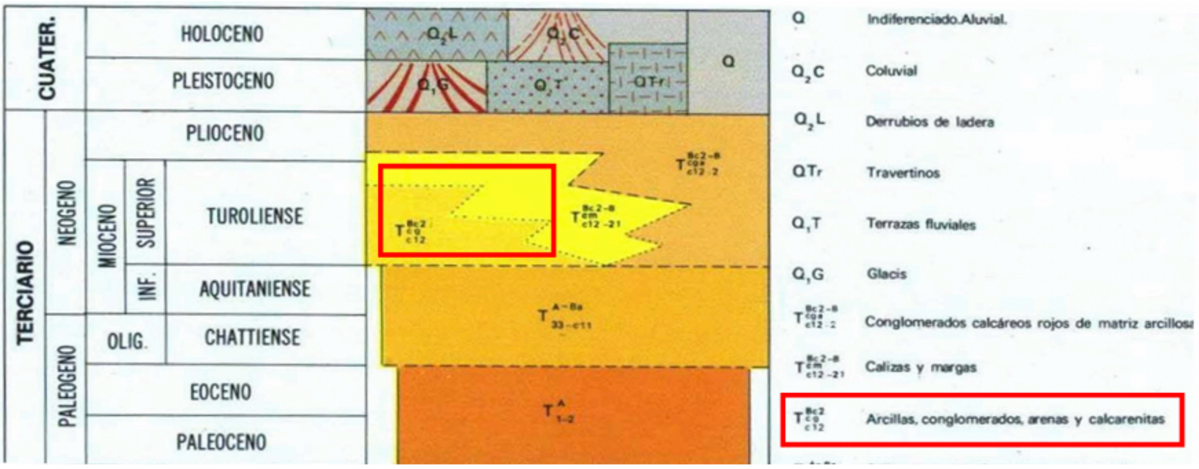


Figura 5. Fragmento leyenda de la Hoja nº 745 "Jalance".

7.3. Tectónica.

La tectónica alpina ha condicionado todos los procesos orogénicos y deformacionales que han tenido lugar en la península Ibérica durante los últimos 60 millones de años. La cordillera Ibérica es un ejemplo preclaro de ello. El lugar del emplazamiento muestra una clara división del terreno en bloques que ascienden y descienden de manera conjugada, dando lugar así a pilares y fosas tectónicas. Estos valles y promontorios tectónicos tienen direcciones N-S mayoritariamente, y en menor medida E-W

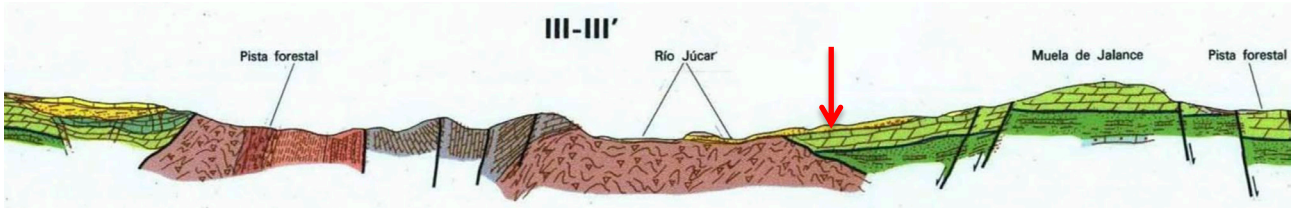


Figura 6. Corte geológico MAGNA, próximo a la zona de estudio. Refleja el cabalgamiento de cretácico sobre el triásico y la disposición de los miocenos discordantes sobre ambos.

Además de la tectónica de bloques descrita, existe un profuso fallamiento y plegamiento de las unidades triásicas y cretácicas. El fallamiento sigue una dirección WNW-ESE en las rocas triásicas, y de SW-NE en las rocas cretácicas. En el caso del plegamiento, se encuentra un anticlinorio que afecta a los materiales triásicos del graben del Cabriel.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

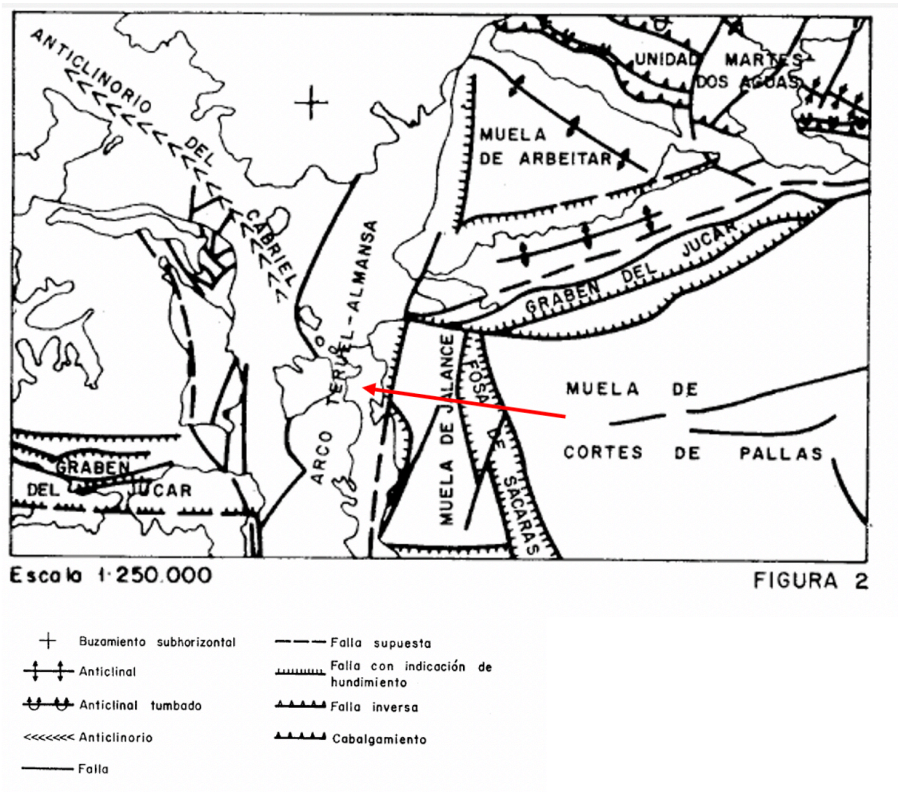


Figura 7. Esquema tectónico de la zona de estudio. IGME.

7.4. Hidrogeología y geomorfología.

Los cursos principales del entorno de la CN son el Júcar y el Cabriel, el segundo tributario del primero. En cuanto a la configuración general de la red de drenaje, ésta puede considerarse como enrejada: configuración típica de terrenos con un fuerte condicionamiento estructural.

El río Júcar discurre en dirección sur-norte, hasta llegar a la localidad de Cofrentes donde realiza un giro de 90 ° hacia el este. El cauce aprovecha la depresión generada por el graben del Júcar. Su acción erosiva ha ido producida a la par un encajamiento y ensanchamiento del valle. Se genera así un paisaje de mesetas y valles muy pronunciados. En cuanto al río Cabriel, fluye en dirección E-W hasta que desemboca en el Júcar a la altura de Cofrentes. En este caso el río ocupa el núcleo de un anticlinorio.

Fisiográficamente el paisaje presenta un claro contraste entre las elevadas y peniplanizadas mesetas mesozoicas y los valles tectónicos donde afloran los materiales triásicos. Como se ha comentado, el relieve del área es el resultado de una fuerte influencia tectónica, pero también de una diferencia de competencia de los materiales, compárese la naturaleza evaporítica o arcillosa de los triásicos, con la competencia de las calizas micríticas cretácicas. Este hecho ha propiciado que la erosión fluvial sea más tendente a encajarse que a ensanchar el valle fluvial.

El valle presenta una pendiente suave hasta media ladera, coincidente con el afloramiento del Miembro Los Isidros y el *Muschelkalk*. Marginalmente se vuelve más abrupto con el afloramiento de las calizas cretácicas, ya que éstas dan lugar a pequeños acantilados relativamente abruptos.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sobre las aguas subterráneas, cabe destacar la existencia de tres tipos de reservorios en el entorno de la CNC, controlados geológicamente:

- Un acuífero profundo, instalado en el zócalo carbonatado mesozoico aprovechando su fracturación y karstificación y recargado pluviométricamente gracias a su gran extensión;
- Un acuitardo semiprofundo, instalado en las formaciones miocenas, recargado desde el acuífero carbonatado y pluviométricamente; y
- Acuíferos libres emplazados en las terrazas cuaternarias formadas por el río Júcar, siendo el más representativo el instalado en la terraza de El Plano, coincidente con el sitio de la CNC.

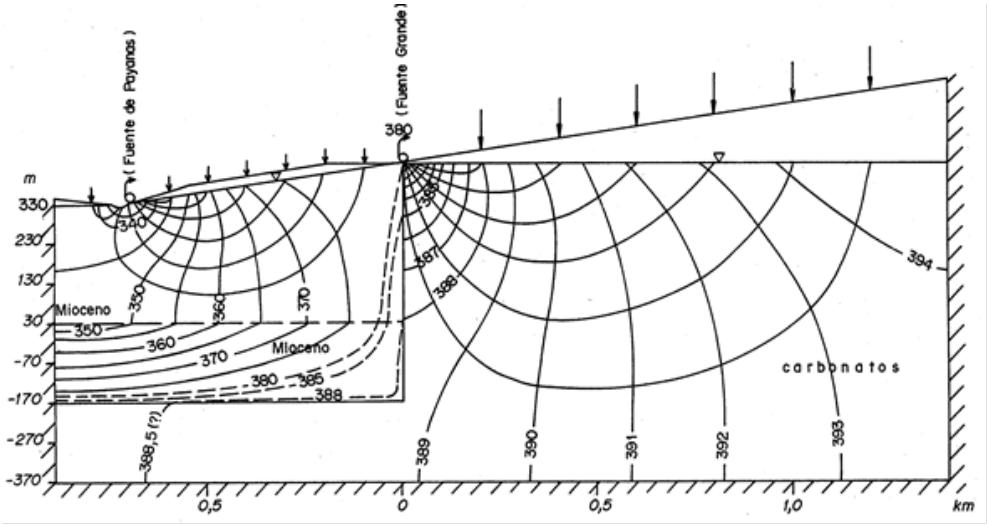


Figura 8. Corte esquemático del subsuelo de la CNC, donde se establece el comportamiento hidráulico de los diferentes reservorios presentes en el entorno de la CNC.

8. SISMICIDAD DE LA ZONA

La normativa de aplicación es la "Norma de Construcción Sismorresistente" (NCSE-02), la cual se aprobó mediante el Real Decreto 997/2002 de 27 de Septiembre.

La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en su artículo 1.2.1, excepto:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma se aplicará en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, a_c es igual o mayor de 0,08 g.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica, ab -un valor característico de la aceleración horizontal de la

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

superficie del terreno- y el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

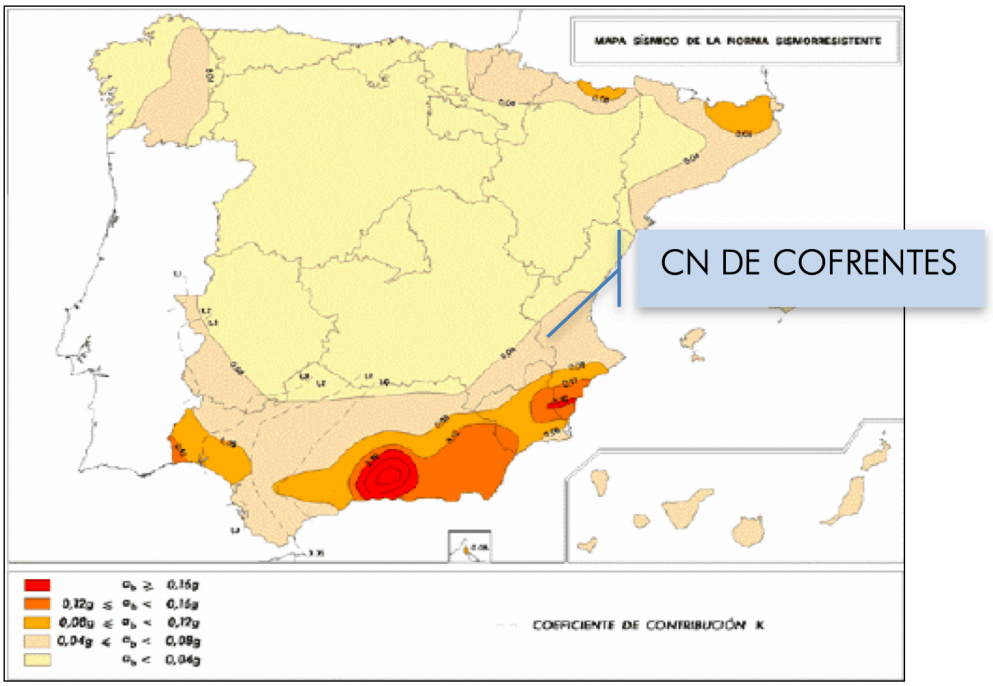


Figura 9. Mapa de peligrosidad Sísmica. NCSE-02.

La aceleración sísmica de cálculo, a_c se define como el producto: $a_c = S\ \rho\ a_b$, donde:

- a_b: Aceleración sísmica básica. En este caso, la zona de actuación se enmarca en un área caracterizada por una aceleración sísmica Media (0'04g ≤ ab< 0,08g). Según el mapa de peligrosidad sísmica (*NCSE-02*) la aceleración sísmica básica de la zona interesada es a_b = 0'06g

- ρ: Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores:

  - construcciones de importancia normal ρ = 1,0
  - construcciones de importancia especial ρ = 1,3

- S: Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

Para $\rho \times a_b \leq 0{,}1g$ $\quad S = \frac{C}{1{,}25}$

Para $0{,}1g < \rho \times a_b < 0{,}4g$ $\quad S = \frac{C}{1{,}25} + 3{,}33 \times (\rho \times \frac{a_b}{g} - 0{,}1) \times (1 - \frac{C}{1{,}25})$

Para $0{,}4g \leq \rho \times a_b$ $\quad S = 1{,}0$

Siendo "C" un coeficiente de terreno que depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

En esta Norma, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vs > 750 m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s ≥ vs > 400 m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s ≤ vs > 200 m/s.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vs < 200 m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C indicado en la siguiente tabla:

Tabla 1. Coeficiente C según tipo de terreno

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e1, e2, e3 y e4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

Esta Norma establece un espectro normalizado de respuesta elástica en la superficie libre del terreno, para aceleraciones horizontales, correspondiente a un oscilador lineal simple con un amortiguamiento de referencia del 5% respecto al crítico, definido por los siguientes valores:

$$\text{Si } T < T_A \qquad -(T) = 1 + 1{,}5 \cdot T/T_A$$
$$\text{Si } T_A \leq T \leq T_B \qquad -(T) = 2{,}5$$
$$\text{Si } T > T_B \qquad -(T) = K \cdot C/T$$

siendo :

- $\alpha(T)$: Valor del espectro normalizado de respuesta elástica.
- T: Período propio del oscilador en segundos.
- K: Coeficiente de contribución.
- C: Coeficiente del terreno.
- T_A, T_B: Períodos característicos del espectro de respuesta, de valores:

$$T_A = K\,C/10 \qquad -T_B = K\,C/2{,}5$$

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Según el ensayo Down-Hole, se obtiene un terreno tipo II hasta 6 m, y tipo I a continuación y hasta 30 m.

Una vez explicados todos los fundamentos teóricos de las variables que se deben tener en cuenta, en la zona de nuestro estudio se han obtenido los siguientes valores básicos y de cálculo:

Tabla 2. Parámetros sísmicos obtenidos

Zona de Estudio	Aceleración básica	Coeficiente de contribución	Coeficiente del terreno	
	a_b	K	C	
Cofrentes (Valencia)	0.06g	1.0	1.06	
Coeficiente de riesgo	**Coeficientes de amplificación**	**Aceleración de cálculo**	**Periodos característicos**	
ρ	S	a_c	T_A	T_B
1,3	0,848	0,066g	0,106	0,424

No obstante, todo lo anterior en lo referente a la aceleración de diseño que deberá de aplicarse a este proyecto será distinta a la obtenida a partir de la NCSE-02, dada la especial importancia y singularidad del proyecto.

Los requisitos sísmicos son más restrictivos y vienen determinados por el terremoto definido en campo libre por el espectro mediano de la norma **RG 1.60** aplicada en proyectos nucleares, escalada a un valor de **0,30g**, de acuerdo con la información facilitada por CNC.

A pesar de estas elevadas condiciones para el diseño sísmico, conocida la naturaleza, estructura y estado del sustrato y la profundidad del nivel freático, no existe riesgo de licuefacción sísmica del suelo.

9. GEOLOGÍA LOCAL DEL EMPLAZAMIENTO DEL ATI 100.

La cartografía MAGNA que se define en las Figura 4 y 5 del apartado 7.2 del presente informe, señala que el emplazamiento del ATI 100 se sitúa sobre el paquete detrítico mioceno del Miembro Los Isidros, en una zona topográficamente más elevada que el resto de la planta.

No obstante, en la ubicación exacta del ATI se ha identificado la existencia de una terraza fluvial correspondiente al nivel T4 de aterrazamiento que se desarrolla a cota +40m sobre el río Júcar, emplazado durante el Pleistoceno medio sobre el Mioceno. Conforma el relieve alomado y suave sobre el que se pretende emplazar el ATI.

La cartografía de detalle realizada durante un reconocimiento de campo (Figura 11) posiciona tridimensionalmente este cuerpo de terraza, que se encuentra bien delimitado por la morfología del terreno, ya que su alta resistencia a la erosión (por encostramientos calcáreos locales) genera un altorrelieve cordado coronado por conglomerados donde, de acuerdo con la investigación, el muro de la terraza se sitúa aproximadamente a cota +365m, de forma bastante homogénea.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

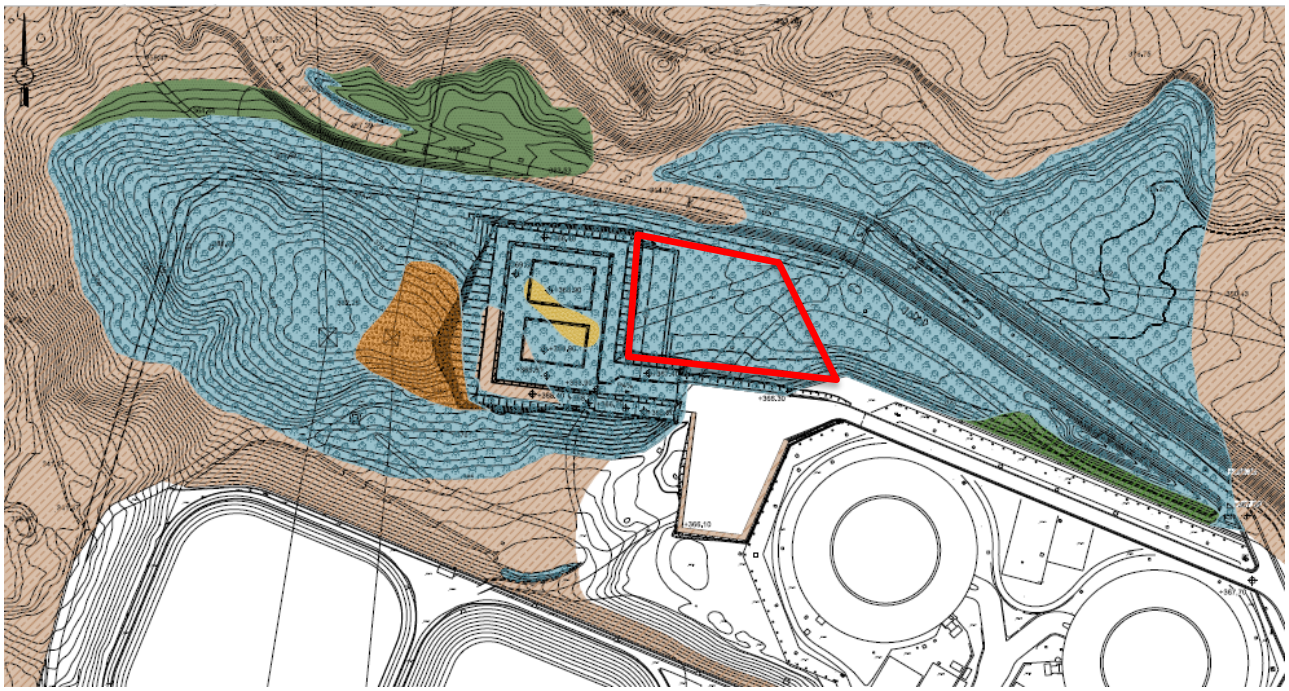


Figura 10. Esquema de la terraza fluvial. En rojo se indica la zona de estudio del nuevo ATI 100.

Este nivel de terraza aflora de forma continua en el entorno del ATI, conformando la loma del emplazamiento, de manera que puede reconocerse bien su estructura interna en los diferentes cortes y trincheras que circundan la huella de esta instalación.

En general se trata de un depósito detrítico grueso de hasta 17m de potencia conocida, formado principalmente por gravas redondeadas polimícticas en estructura clastosoportada, con matriz arenosa y en menor medida limosa, que se encuentra en su mayor parte cementadas con carbonato cálcico, por lo que son consideradas como conglomerados y marginalmente como gravas. Aunque su grado de cementación es variable, en general es elevado.

Se apoyan discordantemente sobre limolitas miocenas, perimetralmente en torno a la cota +365m, alrededor de la cuerda en la que se apoyan las torres de AT procedentes de la ST de CNC. No obstante, y de acuerdo tanto con la campaña de sondeos como con la inspección de las excavaciones, se ha constatado que dicho contacto basal discordante es irregular y ligeramente ondulado, oscilando entre las cotas +370,50m (en torno a S-12) y +361,80m (en S-19).

Se ha constatado que en la terraza predominan los términos gruesos y conglomeráticos, con cementación carbonatada variable, si bien se identifican en su interior otros cuerpos más arenosos y menos cementados, a modo de barras fluviales que han quedado fosilizadas.

Adicionalmente se han cartografiado tanto al norte como al sur de la loma del ATI sendos depósitos detríticos de similar composición, si bien de menor dimensión y cementación, situados a cotas inferiores, en torno a +365/+355m (N) y 360/+357m (S), formados por gravas arenosas redondeadas que, dada su inmadurez, podrían corresponderse con sedimentos de los arroyos tributarios o con coluviones de material retrabajado de la propia terraza.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



Fotografía 7. Vista de la terraza T4 junto al punto de estudio S-48.

10. INVESTIGACIÓN GEOTECNICA REALIZADA.

10.1. Especificaciones técnicas de los trabajos realizados.

La campaña geotécnica realizada ha cubierto toda el área de emplazamiento del futuro ATI-100, con objeto de discriminar zonas con diferentes características geotécnicas y aportar para cada una los datos necesarios para el diseño de movimiento de tierras y cimentaciones. Adicionalmente se dispone de la información geotécnica del ATI-24 adyacente al futuro ATI-100 del que se han tomado los datos necesarios de los sondeos más próximos con objeto de complementar la campaña.

Todas las investigaciones se han ejecutado atendiendo a la normativa y especificaciones técnicas aplicables en orden a conseguir una adecuada identificación de los materiales encontrados y la recuperación de muestras representativas con las que poder analizar el comportamiento mecánico de los terrenos investigados. Durante la realización de los trabajos se ha seguido un registro a pie de obra completo y numerado de cada investigación "in situ" realizada, en el que se ha incorporado la interpretación de los resultados de las exploraciones, así como de las condiciones y naturaleza del subsuelo.

Los trabajos se han llevado a cabo siguiendo:

- La Especificación Técnica (ET) de Contratación, documento con referencia XX0-4ª142 (2212/00894)_ATI 100. ESTUDIO GEOTECNICO DEL EMPLAZAMEINTO de fecha 03 de noviembre de 2021.
- Instrucciones escritas o verbales, transmitidas por personal de IGN al personal técnico de CODEXSA y GEOFÍSICA CONSULTORES durante la realización de los trabajos.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

10.2. Planificación de las prospecciones.

Las prospecciones se han planificado y llevado a cabo con el objeto de caracterizar pormenorizadamente el substrato del emplazamiento del elemento constructivo en estudio.

La campaña consta de:

- 11 sondeos a rotación con recuperación de testigo. A estos sondeos, realizados en la campaña del ATI-100, se añaden de forma complementaria, 7 de los sondeos realizados para la caracterización del lado este del ATI-24.

- Simultáneamente a la perforación de los sondeos, se han realizado 60 ensayos de penetración dinámica SPT, toma de 19 muestras inalteradas y 111 testigos parafinados a distintas profundidades y en todos los niveles geológicos detectados, así como 27 ensayos presiométricos y 29 ensayos de permeabilidad in situ lefranc.

- 2 sondeos eléctricos verticales (SEV) para la determinación de la resistividad eléctrica del terreno, mediante dispositivo Wenner, hasta unos 20 m de profundidad.

CODEXSA ha contado con la colaboración de la compañía GEOFÍSICA CONSULTORES, S.L., que se encargó de la realización de parte de los siguientes ensayos geofísicos in situ:

- 3 perfiles de tomografía Sísmica de Refracción, denominados desde TMS-1 a TMS-3.

- 1 línea de tomografía microsísmica (HVSR), determinación de la vibración natural del terreno.

- 1 ensayo Down-Hole en el centro del futuro emplazamiento, sobre el sondeo S-44 y hasta 72 m de profundidad.

10.3. Sondeos geotécnicos.

Se planificó la realización de 11 sondeos a rotación con recuperación continua de testigo. Estos sondeos se complementarán con otros 7 sondeos realizados en la campaña previa para la caracterización del lado este del ATI-24. A continuación, se muestran las profundidades alcanzadas y las coordenadas de realización cada uno:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 3. Relación de sondeos a tener en cuenta en este estudio.

Sondeo	Profundidad total sondeo (m)	UTM Huso 30 (ETRS89)		Cota de boca del sondeo Ci	Cota final del sondeo Cf
		X	Y		
SONDEOS CAMPAÑA ATI-100					
S-40	36,0	668133,2	4342934,6	372,6	336,6
S-41	37,0	668163,3	4342926,5	373,0	336,0
S-42	35,8	668193,5	4342916,9	373,2	337,7
S-43	58,0	668113,1	4342910,1	374,6	316,3
S-44 (DH)	73,0	668142,8	4342905,1	372,3	299,3
S-45	52,5	668170,7	4342899,9	372,2	319,7
S-46	36,0	668200,8	4342896,7	373,1	337,1
S-47	37,0	668123,0	4342892,3	373,2	336,1
S-48	30,0	668162,9	4342875,7	367,8	337,8
S-49	30,0	668184,9	4342872,4	367,5	337,5
S-50	25,0	668210,5	4342873,6	367,7	342,7
SONDEOS CAMPAÑA ATI-24					
S-4	24,00	668080	4342891	372,1	348,1
S-5	25,06	668087	4342907	372,7	347,6
S-9	25,36	668092	4342918	372,6	347,2
S-10	25,00	668099	4342935	372,3	347,3
S-18	10,80	668092	4342896	372,5	361,7
S-19	11,45	668102	4342918	372,6	361,2
S-20	11,50	668111	4342940	372,2	360,7

DH: SONDEO PREPARADO PARA ENSAYO DOWN HOLE

La ubicación y distribución de los sondeos en la zona se muestra en las siguientes figuras:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

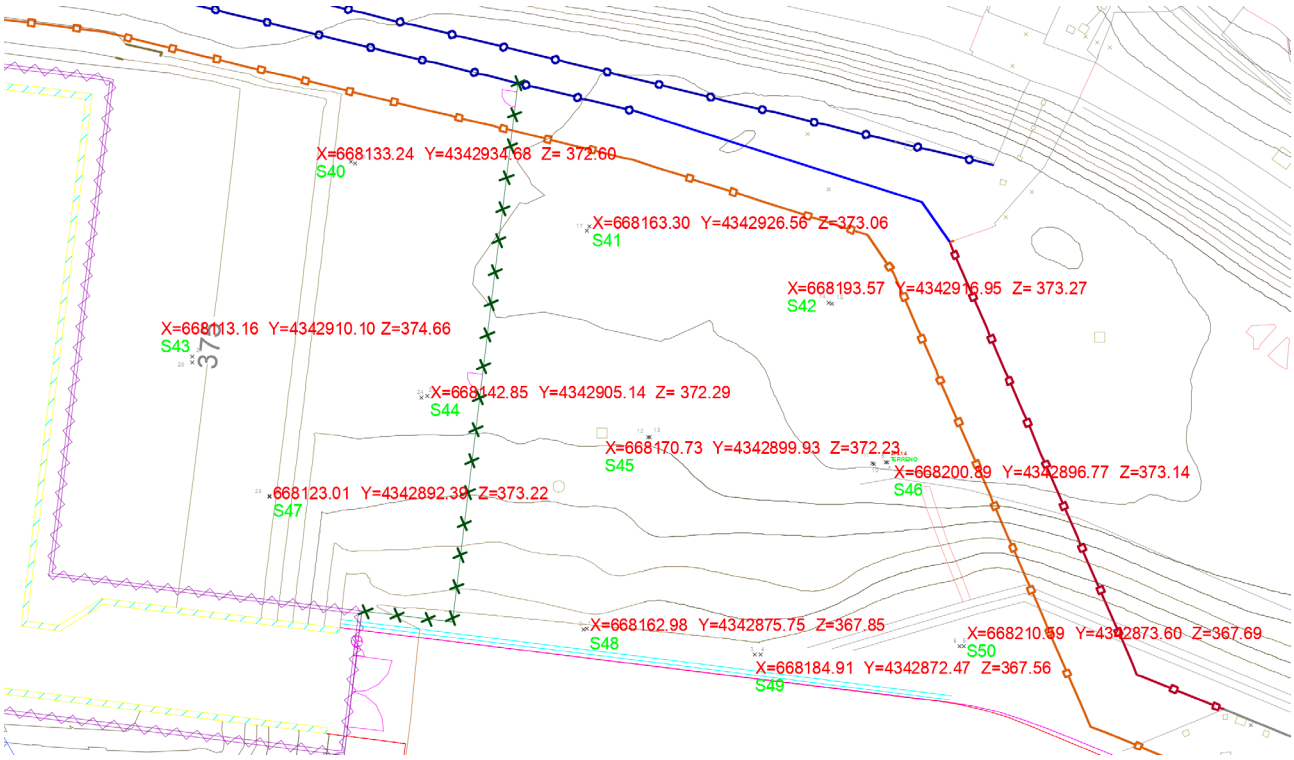


Figura 11. Distribución final de los sondeos para la caracterización del ATI-100. Coordenadas y cotas topográficas del terreno.

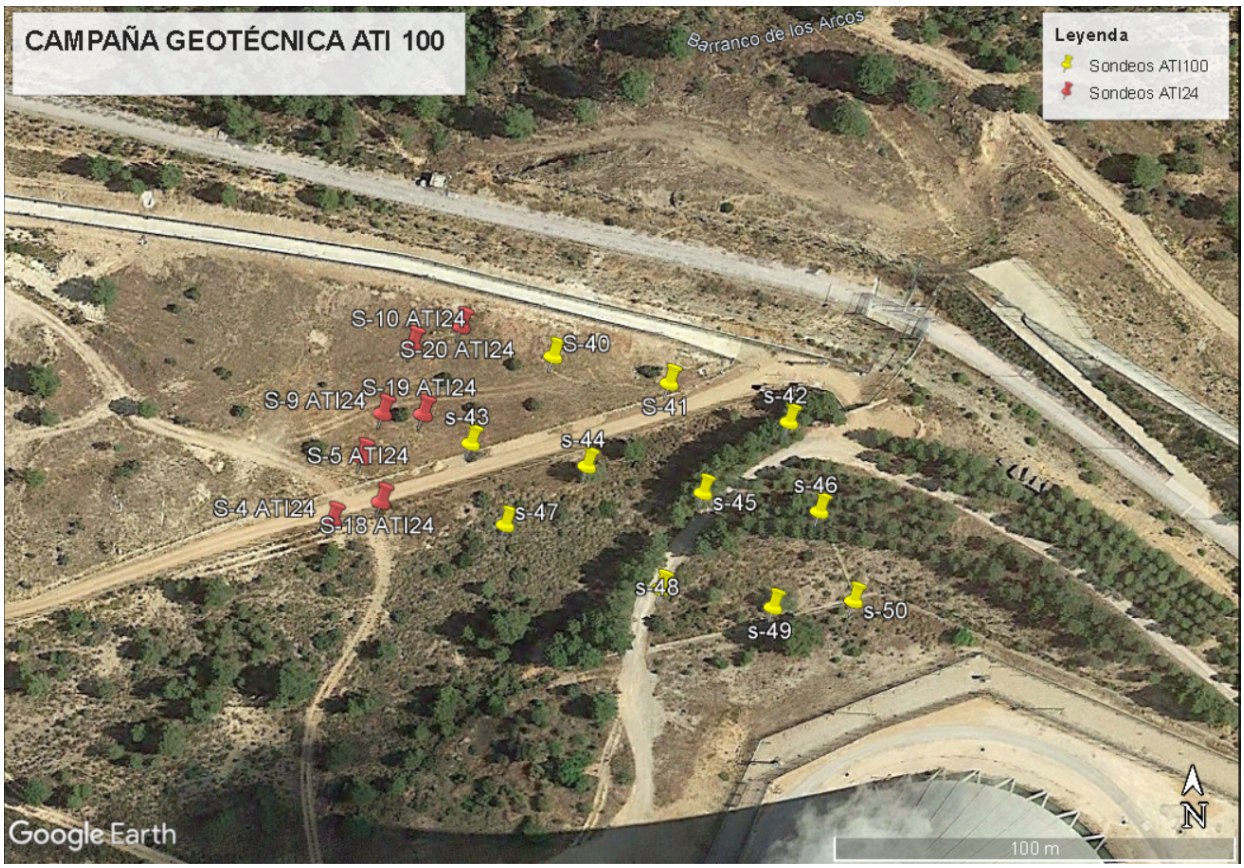


Figura 12. Distribución de los sondeos previstos para la caracterización del ATI-100 y los sondeos de análisis complementarios tomados del ATI-24. Vista previa a la construcción del ATI-24.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Los sondeos fueron realizados con dos sondas TP50/400 fabricadas por TECOINSA y propiedad de CODEXSA. INGENIERÍA Y CONTROL, con bombas de inyección de lodos, empuje y giro hidráulicos.

Sobre los sondeos se ha realizado una testificación geológica siguiendo los criterios USCS e ISRM, que permite clasificar los distinto niveles geotécnicos identificados en el emplazamiento.

En el interior de los sondeos se han realizado ensayos de penetración estándar (SPT), toma de muestras inalteradas (MI) para el caso de suelo, toma de muestras parafinadas en el caso de rocas o suelos de alta consistencia, ensayos presiométricos y ensayo de determinación de la permeabilidad in situ.

10.4. Ensayos SPT.

En los sondeos perforados, se realizaron un total de sesenta (60) ensayos de penetración dinámica SPT. Los ensayos se han realizado siguiendo la norma UNE EN 22476-3:2005, que describe detalladamente la metodología de ejecución del ensayo.

Resumidamente el ensayo SPT consiste en la determinación del golpeo normalizado necesario para que una cuchada de dimensiones normalizadas se introduzca unos 60 centímetros en el terreno, registrando dicho golpeo cada 15 centímetros. La suma de los golpes necesarios para atravesar los 30 centímetros centrales es lo que se denomina como "número de penetración estándar (N_{SPT})". Se considera que el ensayo da rechazo cuando no se consigue la penetración de 15 centímetros con 50 golpes.

En la siguiente tabla se indican las profundidades y golpeos obtenidos en los ensayos SPT realizados en los sondeos del ATI 100.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 4. Relación de ensayos SPT realizados en sondeos de campaña actual.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	N_{30}
S-40	SPT-1	1,20-1,29	9/50	R
	SPT-2	3,00-3,07	7/50	R
	SPT-3	6,00-6,13	13/50	R
	SPT-4	9,40-10,00	9-20-22-46	42
	SPT-5	12,10-12,30	45-5/50	R
	SPT-6	15,30-15,36	6/50	R
S-41	SPT-1	1,11-1,33	46-7/50	R
	SPT-2	4,20-4,30	10/50	R
	SPT-3	6,80-7,02	21-7/50	R
	SPT-4	8,21-8,75	16-24-42-9/50	66
	SPT-5	10,20-10,27	7/50	R
S-43	SPT-1	1,00-1,60	6-5-3-4	8
	SPT-2	3,00-3,10	10/50	R
	SPT-3	5,405,82	30-45-12/50	R
	SPT-4	9,00-9,60	16-40-38-35	78
	SPT-5	12,60-12,84	33-9/50	R
S-42	SPT-1	1,50-1,59	9/50	R
	SPT-2	3,00-3,05	5/50	R
	SPT-3	6,00-6,07	7/50	R
	SPT-4	9,00-9,05	5/50	R
	SPT-5	12,00-12,03	3/50	R
	SPT-6	16,50-16,57	7/50	R
	SPT-7	25,20+25,34	14/50	R
	SPT-8	33,00-33,06	6/50	R
S-44	SPT-1	1,00-1,08	8/50	R
	SPT-2	3,00-3,23	29-8/50	R
	SPT-3	7,11-7,65	12-22-44-9/50	66
	SPT-4	8,60-8,80	41-5/50	R
S-45	SPT-1	1,20-1,29	9/50	R
	SPT-2	3,00-3,14	10/50	R
	SPT-3	6,25-6,51	31-12/50	R
	SPT-4	8,24-9,30	26-7/50	R

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	N_{30}
S-46	SPT-1	1,20-1,45	45-10/50	R
	SPT-2	3,80-3,93	13/50	R
	SPT-3	6,60-6,68	8/50	R
	SPT-4	9,24-9,27	3/50	R
	SPT-5	15,73-15,83	10/50	R
	SPT-6	27,90-27,97	7/50	R
S-47	SPT-1	1,00-1,60	2-4-5-5	9
	SPT-2	3,00-3,54	11-20-39-9/50	59
	SPT-3	6,00-6,14	14/50	R
	SPT-4	9,83-10,33	8-21-45-5/50	66
	SPT-5	12,09-12,21	12/50	R
	SPT-6	15,30-15,37	7/50	R
S-48	SPT-1	1,20-1,52	12/50	R
	SPT-2	3,60-4,20	5-9-15-16	24
	SPT-3	6,44-6,94	10-19-39-9/50	58
	SPT-4	9,07-9,21	14/50	R
	SPT-5	14,90-15,00	10/50	R
S-49	SPT-1	1,00-1,60	1-1-2-6	3
	SPT-2	3,71-4,27	11-14-34-11/50	48
	SPT-3	6,60-6,69	9/50	R
S-50	SPT-1	1,60-2,20	3-9-7-8	16
	SPT-2	4,19-4,26	7/50	R
	SPT-3	7,00-7,22	45-7/50	R
	SPT-4	10,00-10,08	8/50	R
	SPT-5	12,05-12,15	10/50	R
	SPT-6	15,00-15,27	30-12/50	R
	SPT-7	18,00-18,19	14/50	R
	SPT-8	21,00-21,80	13/50	R

A continuación, se muestran los ensayos SPT realizados en los sondeos (del lindero oeste del nuevo ATI 100) de la campaña previamente realizada para el ATI24:

Tabla 5. Relación de ensayos SPT realizados en sondeos de campaña previa a integrar en este estudio.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	N_{30}
S-4	SPT-1	1,60-1,87	30-12/50	R
	SPT-2	3,00-3,06	6/50	R
	SPT-3	6,00-6,26	34-11/50	R
	SPT-4	7,60-7,85	31-10/50	R
	SPT-5	11,00-11,14	14/50	R
	SPT-6	14,60-14,71	11/50	R
	SPT-7	18,10-18,20	10/50	R
	SPT-8	21,70-21,80	10/50	R
S-5	SPT-1	1,50-2,10	46-27-40-46	67
	SPT-2	3,44-4,03	18-18-21-14/50	39
	SPT-3	6,00-6,26	47-11/50	R
	SPT-4	7,50-7,60	10/50	R
	SPT-5	10,60-10,88	27-13/50	R
	SPT-6	13,50-13,57	7/50	R
	SPT-7	16,50-16,55	5/50	R
	SPT-8	19,50-19,55	5/50	R
	SPT-9	20,50-20,54	4/50	R
	SPT-10	25,00-25,06	6/50	R
S-9	SPT-1	3,00-3,06	6/50	R
	SPT-2	6,00-6,04	4/50	R
	SPT-3	9,07-9,32	47-10/50	R
	SPT-4	15,27-15,72	14-19-36	55
	SPT-5	20,00-20,08	8/50	R
	SPT-6	23,00-23,24	43-9/50	R
	SPT-7	25,30-25,36	6/50	R

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	N_{30}
S-10	SPT-1	3,00-3,10	10/50	R
	SPT-2	6,00-6,45	22-25-29	54
	SPT-3	9,49-9,89	15-35-10/50	R
	SPT-4	10,50-10,58	8/50	R
	SPT-5	13,38-13,83	15-24-40	64
	SPT-6	15,00-15,45	16-32-48	80
	SPT-7	17,00-17,10	10/50	R
	SPT-8	20,00-20,12	12/50	R
	SPT-9	23,00-23,05	5/50	R
	SPT-10	25,00-25,03	3/50	R
S-18	SPT-1	1,50-1,89	31-30-9/50	R
	SPT-2	5,29-5,89	9-19-27-36	46
	SPT-3	6,80-7,09	24-14/50	R
	SPT-4	9,00-9,23	30-8/50	R
S-19	SPT-1	1,50-1,77	27-12/50	R
	SPT-2	3,00-3,06	6/50	R
	SPT-3	4,69-5,26	11-24-30-12/50	54
	SPT-4	7,63-7,90	39-12/50	R
	SPT-5	11,00-11,10	10/50	R
S-20	SPT-1	3,25-3,45	39-5/50	R
	SPT-2	6,10-6,13	3/50	R
	SPT-3	7,70-8,15	6-8-12	20
	SPT-4	10,00-10,25	35-10/50	R

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

10.5 Ensayos presiométricos.

El ensayo presiométrico consiste en efectuar una puesta en carga lateral creciente del terreno por medio de una sonda cilíndrica dilatable radialmente que se introduce en un sondeo. Se trata de un ensayo de carga-deformación. Se ha realizado e interpretado siguiendo la norma UNE-EN ISO 22476-4.

Se efectuaron un total de veintisiete (27) ensayos presiométricos para la campaña del ATI-100. En concreto, la sonda utilizada ha sido la ELASMETER HQ, Modelo-4180, fabricada por *OYO Corporation*. Los resultados y gráficos se encuentran en el anexo 21.2. A continuación se muestran un resumen de la situación y los parámetros obtenidos de cada uno de ellos:

Tabla 6. Relación de ensayos presiométricos y parámetros obtenidos. Sondeos de la campaña actual.

Sondeo	Cota ensayo (msnm)	Profundidad (m)	Litología	M. Presiométrico E_M (MPa)	Presión límite P_L (MPa)	M. Corte G (MPa)
S-41	369,35	3,0-3,5	Gravas (Terraza aluvial)	26,95	3,8	9,67
	366,1	6,20-6,80	Limos arcillosos	51,28	8,5	18,42
	362,6	9,70-10,20	Limos arcillosos	234,07	8,3	84,22
	352,25	15,30-15,80	Conglomerado	419,66	>30	140,57
	341,15	20,1-20,60	Limos arcillosos	521,68	>30	174
	341,15	31,1-31,80	Arenas limosas	331,98	>30	111,35
S-43	368,9	5,50-6,00	Gravas (Terraza aluvial)	58,93	5,3	21,38
	364,8	9,50-10,0	Gravas (Terraza aluvial)	63,03	3,9	12,89
	362,4	12,90-13,50	Limos arenosos	558,13	13	196,6
	355,35	18,90-19,40	Alternancia conglomerado-arenas limosas	895,81	27,8	310,64
	350,35	24,00-24,50	Limos arcillosos	273,07	13	100,22
	340,85	33,5-34,0	Conglomerado-Limos arcillosos	259,82	>7,0	94,54
	331,85	42,50-43,00	Arenisca calcárea	1275,54	>30	471,05
	321,85	52,50-53,00	Techo conglomerado	328,27	>30	120,38
S-45	368,85	3,00-3,50	Gravas (Terraza aluvial)	28,64	5,08	9,22
	366,35	5,50-6,00	Gravas (Terraza aluvial)	53,07	4,34	18,7
	361,65	10,20-10,80	Limos arcillosos	332,87	19,2	115,19
	357,35	14,50-15,00	Conglomerado	112,91	15,7	39,92
	350,35	21,50-22,00	Alternancia de conglomerado y limos arcillosos	179,86	15,7	65,91
	340,85	31,0-31,50	Alternancia de limos-arcillosos con vetas de arenisca calcárea	299,43	23,4	110,33
	322,6	49,20-49,80	Conglomerados	153,1	>6,0	55,7
	320,35	51,5-52,10	Conglomerados	213,99	>8,0	77,38
S-49	362,15	5,00-5,50	Limos arcillosos	136,63	7,5	49,14
	356,35	10,80-11,30	Conglomerado	371,08	26,6	128,09
	350,15	17,00-17,50	Conglomerado	539,3	>90	187,98
	341,15	26,00-26,50	Alternancia arenisca calcárea y limos arcillosos	213,88	26,9	77,4

En rojo los ensayos presiométricos abortados prematuramente por rotura de camisa

Adicionalmente, como complemento a los anteriores presiómetros, se tomarán los ensayos presiométricos realizados en los sondeos (del lindero oeste del nuevo ATI-100) en la campaña previamente realizada para el ATI-24:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 7. Relación de ensayos presiométricos y parámetros obtenidos. Sondeos de la campaña previa, a integrar en este estudio.

Sondeo	Cota ensayo (msnm)	Profundidad (m)	Litología	M. Presiométrico E_M (MPa)	Presión límite P_L (MPa)	M. Corte G (MPa)
S-4	365,3	6,70-7,20	Gravas (Terraza aluvial)	892	>30	327,29
S-5	365,7	6,80-7,30	Gravas (Terraza aluvial)	136,8	29	50,15
S-9	363,1	9,90-10,40	Limos arenosos	234,9	15,8	85,54
S-20	362,4	10,60-11,30	Limos arenosos	148,8	6,69	54,91

10.6 Ensayos de permeabilidad in situ.

Se realizaron un total de veintinueve (29) ensayos de permeabilidad in situ (tipo *Lefranc* a carga variable o constante, en función del terreno). Los resultados y gráficos se encuentran en el apéndice. A continuación, se muestran las ubicaciones de cada uno de ellos, así como un resumen con el material ensayado y resultado de permeabilidad obtenido:

Tabla 8. Relación de resultados de ensayos permeabilidad in situ.

Sondeo	Profundidad (m)	Permeabilidad K (cm/s)	Material ensayado
S-40	3,00-4,00	6,24E-05	Conglomerado terraza
S-40	6,50-7,00	2,62E-06	Limos rojizos
S-40	10,50-11,50	2,02E-07	Limos rojizos
S-40	17,10-18,30	2,50E-07	Limos rojizos
S-40	25,50-26,00	1,36E-05	Conglomerado cementado
S-40	35,00-36,00	8,05E-07	Limolita
S-42	1,50-2,00	9,31E-05	Conglomerado terraza
S-42	4,50-5,00	2,48E-04	Conglomerado terraza
S-42	9,05-9,80	2,80E-07	Limos rojizos
S-42	15,00-17,00	4,52E-08	Limos rojizos
S-42	24,00-25,50	5,66E-07	Limolita
S-42	33,00-35,00	1,42E-06	Conglomerado cementado
S-46	3,00-3,80	1,17E-03	Conglomerado terraza
S-46	6,00-6,60	1,36E-03	Conglomerado terraza
S-46	9,00-10,00	7,16E-06	Conglomerado terraza
S-46	16,00-17,00	9,45E-08	Limolita
S-46	25,00-26,00	2,21E-07	Limolita
S-46	34,00-35,00	7,73E-07	Arenisca
S-47	4,00-5,00	7,10E-04	Conglomerado terraza
S-47	7,00-8,00	3,14E-04	Conglomerado terraza
S-47	12,00-13,00	2,37E-07	Limos arcillosos
S-47	16,80-17,80	3,01E-06	Conglomerado cementado
S-47	26,00-27,00	1,42E-07	Limos arcillosos
S-47	35,00-36,00	1,42E-07	Limos arcillosos
S-48	1,00-2,00	1,28E-03	Conglomerado terraza
S-48	5,00-6,00	2,36E-07	Limos rojizos
S-48	11,00-12,00	2,14E-05	Conglomerado
S-48	20,00-21,00	1,89E-07	Limolita
S-48	29,00-3,00	4,72E-08	Limolita

10.7 Toma de muestras.

Se ha llevado a cabo en el interior de los sondeos la toma de muestras de terreno, a partir de las cuales realizar ensayos de laboratorio y caracterizar los diferentes niveles geotécnicos. En lo sondeo se procedió a la toma de las siguientes muestras:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

- Diecinueve (19) muestras inalteradas.
- Cuatro (4) muestras alteradas.
- Ciento once (111) testigos parafinados.

En la siguiente tabla se muestra el listado de muestras tomadas por sondeo:

Tabla 9. Relación de muestras durante los sondeos. Campaña actual.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	Recup (m)
S-40	MI-1	7,00-7,25	15-13/50	0,25
	TP-1	8,60-9,00		0,40
	MI-2	9,00-9,40	19-47-10/50	0,40
	TP-2	11,20-11,50		0,30
	MI-3	12,00-12,10	10-50	0,00
	TP-3	15,90-16,45		0,55
	TP-4	19,00-19,50		0,50
	TP-5	22,50-22,75		0,25
	TP-6	24,90-25,20		0,30
	TP-7	28,10-28,50		0,40
	TP-8	30,90-31,40		0,50
	TP-9	33,90-34,20		0,30
S-41	MI-1	1,00-1,11	11/50	0,00
	MI-2	7,80-8,21	32-39-11/50	0,40
	TP-1	11,80-12,45		0,65
	TP-2	16,50-16,80		0,30
	TP-3	18,30-18,60		0,30
	TP-4	21,00-21,30		0,30
	TP-5	25,20-25,40		0,20
	TP-6	27,50-27,90		0,40
	TP-7	29,70-30,00		0,30
	TP-8	33,90-34,20		0,30
S-42	TP-1	14,60-15,00		0,40
	TP-2	17,15-17,40		0,25
	TP-3	18,70-19,20		0,50
	TP-4	20,15-20,40		0,25
	TP-5	21,60-21,90		0,30
	TP-6	24,60-25,00		0,40
	TP-7	27,60-27,95		0,35
	TP-8	31,40-21,60		0,20
	TP-9	34,50-35,20		0,60
S-43	MA-1	1,60-1,80		0,20
	MA-2	7,50-7,80		0,30
	MI-1	12,50-12,60	10/50	0,00
	TP-1	14,20-14,50		0,30
	TP-2	16,50-16,80		0,30
	TP-3	18,50-18,80		0,30
	TP-4	20,30-20,50		0,20
	TP-5	21,70-21,95		0,25
	TP-6	27,65-27-95		0,30
	TP-7	31,80-32,20		0,40
	TP-8	34,30-34,50		0,20
	TP-9	37,00-37,60		0,60
	TP-10	39-70-40,00		0,30
	TP-11	42,70-43,00		0,30
	TP-12	44,80-45,10		0,30
	TP-13	47,30-47,60		0,30
	TP-14	50,50-50,80		0,30
	TP-15	52,20-52,55		0,35
	TP-16	55,00-55,30		0,30
	TP-17	57,70-58,00		0,30
S-44	MI-1	6,60-7,11	18-35-47-6/50	0,51
	TP-1	8,80-9,20		0,40
	TP-2	11,80-12,10		0,30
	TP-3	14,80-15,10		0,30
	TP-4	19,60-20,00		0,40
	TP-5	20,80-21,15		0,35
	TP-6	24,70-25,00		0,30
	TP-7	27,40-27,70		0,30
	TP-8	31,15-31,60		0,45
	TP-9	34-60-35,00		0,40
	TP-10	37,00-37,30		0,30
	TP-11	43,00-43,30		0,30
	TP-12	45,20-45,50		0,30
	TP-13	47,40-47,70		0,30
	TP-14	53,80-54,20		0,40
	TP-15	56,80-57,10		0,30
	TP-16	60,40-60,75		0,35
	TP-17	62,80-63,10		0,30
	TP-18	66,60-67,00		0,40
	TP-19	71,70-72,00		0,30

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	Recup (m)
S-45	MI-1	6,00-6,25	20-10/50	0,25
	MI-2	7,70-8,24	15-23-45-9/50	0,40
	TP-1	11,10-11,40		0,30
	TP-2	17,30-17,70		0,40
	TP-3	28,10-28,50		0,40
	TP-4	32,20-32,60		0,40
	TP-5	33,90-34,30		0,40
	TP-6	36,90-37,50		0,60
	TP-7	41,10-41,50		0,40
	TP-8	44,20-44,70		0,50
	TP-9	46,70-47,10		0,40
	TP-10	49,80-50,10		0,30
S-46	MA-1	1,60-1,80		0,20
	MI-1	9,20-9,24	4/50	0,04
	TP-1	13,20-13,45	13/50	0,25
	MI-2	15,60-15,73	13/50	0,11
	TP-2	15,88-16,30		0,42
	TP-3	19,00-19,30		0,30
	TP-4	22,30-22,60		0,30
	TP-5	15,60-15,90		0,30
	TP-6	29,50-29,90		0,30
	TP-7	34,50-34,90		0,40
S-47	MI-1	9,30-9,83	11-21-37-8/50	0,38
	MI-2	12,00-12,09	9/50	0,00
	TP-1	12,40-12,80		0,40
	TP-2	14,20-14,60		0,40
	TP-3	18,90-19,20		0,30
	TP-4	20,80-21,15		0,35
	TP-5	22,60-22,90		0,30
	TP-6	25,60-25,95		0,35
	TP-7	28,00-28,35		0,30
	TP-8	30,70-31,00		0,30
	TP-9	31,60-32,00		0,40
	TP-10	34,60-34,90		0,30
S-48	MI-1	3,00-3,60	6-11-18-23	0,60
	TP-1	5,70-6,00		0,30
	MI-2	6,00-6,44	16-32-14/50	0,12
	TP-2	8,70-8,90		0,20
	MI-3	9,00-9,07	7/50	0,00
	TP-3	12,60-13,10		0,50
	TP-4	13,70-14,00		0,30
	TP-5	16,40-16,70		0,30
	TP-6	19,10-19,35		0,25
	TP-7	25,10-25,50		0,40
	TP-8	26,50-26,90		0,40
	TP-9	29,00-29,30		0,30
S-49	MI-1	3,20-3,71	12-26-36-6/50	0,24
	TR-1	7,25-7,60		0,35
	TR-2	11,80-12,10		0,30
	TR-3	13,90-14,20		0,30
	TR-4	18,40-18,70		0,30
	TR-5	21,75-22,00		0,25
	TR-6	27,60-28,10		0,60
S-50	MI-1	1,00-1,60	3-6-5-4	0,31
	MI-2	4,00-4,19	20-4/50	0,00
	TP-1	4,70-4,90		0,30
	MA-1	7,30-7,50		0,20
	TP-2	11,10-11,40		0,30
	MI-3	12,00-12,05	5/50	0,00
	TP-3	14,45-14,85		0,40
	TP-4	16,90-17,20		0,30
	TP-5	18,90-19,20		0,30
	TP-6	21,13-21,50		0,37

A continuación, se adjunta, en la siguiente tabla, las muestras tomadas en la compaña previa del ATI-24 en los sondeos del lindero "oeste" del ATI-100:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 10. Relación de muestras durante los sondeos. Campaña previa.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	Recup (m)
S-4	MI-1	7,50-7,60	10/50	0,10
	TP-1	8,80-9,20	-	0,40
	TP-2	12,80-13,10	-	0,30
	TP-3	15,80-16,15	-	0,35
	TP-4	19,40-19,80	-	0,40
	TP-5	23,30-23,60	-	0,30
	MI-1	7,50-7,60	10/50	0,10
S-5	MI-1	3,00-3,44	18-30-14/50	0,39
	MI-2	10,50-10,60	10/50	0,00
	TP-1	12,10-12,50	-	0,40
	TP-2	13,57-13,90	-	0,33
	TP-3	16,55-16,90	-	0,35
	TP-4	19,55-19,90	-	0,35
	TP-5	22,30-22,70	-	0,40
	MI-1	3,00-3,44	18-30-14/50	0,39
S-9	MI-1	9,00-9,07	7/50	0,00
	TP-1	10,50-10,80	-	0,30
	TP-2	12,60-13,00	-	0,40
	MI-3	15,00-15,27	45-12/50	0,25
	TP-3	19,20-19,60	-	0,40
	TP-4	21,80-22,10	-	0,30
	TP-5	24,30-24,70	-	0,40

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	Recup (m)
S-10	MI-1	7,00-7,60	15-46-22-16	0,35
	MI-2	9,20-9,49	34-14/50	0,26
	MI-3	13,00-13,38	21-40-8/50	0,38
	TP-1	16,50-16,80	-	0,30
	TP-2	20,30-20,70	-	0,40
	TP-3	22,20-22,50	-	0,30
S-18	TP-1	10,50-10,80	-	0,30
S-19	MI-1	3,00-3,11	11/50	0,00
	MI-2	6,00-6,10	10/50	0,00
	MI-3	9,00-9,60	15-20-25-38	0,60
S-20	MI-1	3,00-3,25	48-10/50	0,00
	MI-2	6,00-6,10	10/50	0,00
	MI-3	7,10-7,70	9-13-25-40	0,31

10.8 Nivel freático

Se ha determinado el nivel freático en los sondeos S-46 y -S47 mediante la realización de un piezómetro abierto, determinándose este a las siguientes profundidades/cotas relativas sobre el nivel de mar:

Tabla 11. Medidas del nivel freático realizadas.

Sondeo	Profundidad nivel freático (m)	UTM Huso 30 (ETRS89)		Cota de boca del sondeo Ci	Cota nivel freático. CNF
		X	Y		
S-46	21,2	668200	4342896	373,3	352,1
S-47	19,7	668123	4342892	373,5	353,8

10.9 Ensayo Down-Hole

Se llevo a cabo un ensayo Down-Hole en el sondeo S-44. El equipo utilizado para la adquisición de datos ha sido un equipo multicanal provisto de un sistema de filtrado, reforzamiento de señal y grabación en soporte digital, conectado a un geófono de pozo de tres componentes orientable. Las características de los *Down-Hole* se muestran en la tabla siguiente tabla, indicando el nombre del ensayo, el nombre del sondeo y la profundidad máxima de estudio alcanzada. Las lecturas se realizaron a intervalos de 1m.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 12. Ensayo down-hole. Sondeo y profundidad alcanzada.

Id. Ensayo	Sondeo	Profundidad alcanzada bajo la cota de rasante (m)
DH-1	S-44	72

Los ensayos de *Down-Hole* permiten estimar los módulos dinámicos de deformación del terreno, basados en la determinación de la velocidad de propagación de las ondas de compresión (ondas P) y de cizalla (ondas S), en paquetes discretos de terreno.

Para generar las distintas ondas sísmicas (P y S) se utilizó una maza de 5kg, y la señal sísmica generada se registra mediante un geófono de pozo de tres componentes provisto de una brújula para orientar los sensores dentro del pozo. En el caso de las ondas P, se golpea sobre una viga metálica hincada y cementada en el terreno a una distancia de entre 1 y 3m desde el centro del sondeo (en el sentido indicado por la flecha azul (figura 13). Para generar las ondas de cizalla (ondas S) se golpea horizontalmente en esta misma viga metálica. Para una mejor detección de las ondas S, se repiten las medidas golpeando la viga metálica en sentidos opuestos (como indican las flechas roja y marrón (figura 13).

En todos los casos (ondas P y ondas S) se repiten varias veces las medidas para cada nivel y se suman las trazas obtenidas (*stacking*). De este modo se mejora la calidad de los registros aumentando la relación señal-ruido.

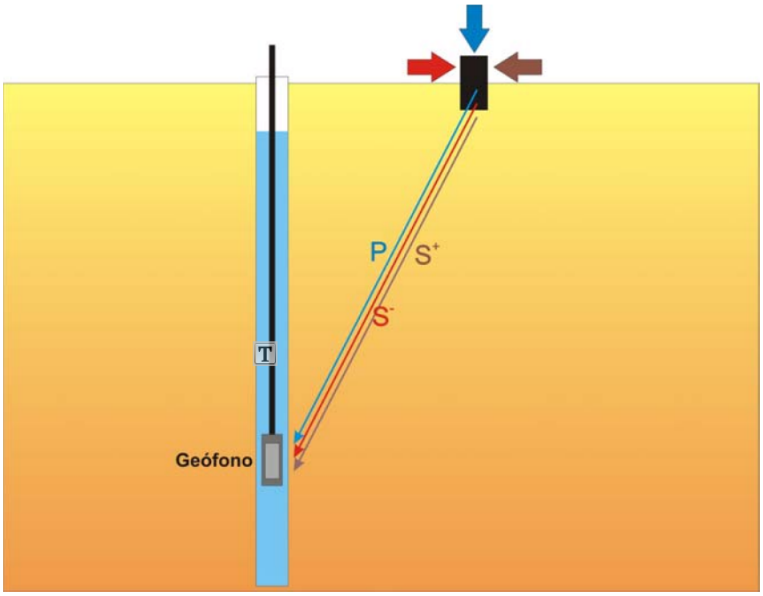


Figura 13. Diagrama esquemático de la realización de los Down-Hole en el que se muestran los diferentes tipos de ondas sísmicas analizadas y la forma de generarlas.

Los resultados obtenidos mediante el ensayo *Down-hole* son los que se muestran en la siguiente tabla, extraída del informe geofísico:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 13. Relación de velocidades y parámetros dinámicos obtenidos.

Profundidad (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densidad (Kg/m^3)	σ	G (Gpa)	E (Gpa)	K (Gpa)
-1	1071	411	1830	0.41	0.31	0.87	1.69
-2	1153	458	1830	0.41	0.38	1.08	1.92
-3	1183	569	1830	0.35	0.59	1.60	1.77
-4	1323	629	1830	0.35	0.72	1.96	2.24
-5	1622	719	1830	0.38	0.95	2.60	3.55
-6	1786	771	1830	0.39	1.09	3.01	4.39
-7	1856	813	1830	0.38	1.21	3.34	4.69
-8	1986	847	2160	0.39	1.55	4.31	6.45
-9	2130	882	2160	0.40	1.68	4.69	7.56
-10	2211	927	2160	0.39	1.86	5.18	8.08
-11	2220	958	2160	0.39	1.98	5.50	8.00
-12	2391	1032	2160	0.39	2.30	6.37	9.29
-13	2397	1049	2160	0.38	2.38	6.57	9.24
-14	2394	1027	2160	0.39	2.28	6.32	9.34
-15	2495	1136	2130	0.37	2.75	7.52	9.59
-16	2598	1223	2130	0.36	3.19	8.65	10.13
-17	2654	1225	2130	0.36	3.19	8.72	10.75
-18	2712	1256	2130	0.36	3.36	9.16	11.19
-19	2715	1277	2130	0.36	3.47	9.44	11.06
-20	2735	1238	2130	0.37	3.26	8.95	11.58
-21	2875	1257	2130	0.38	3.37	9.30	13.12
-22	2875	1261	2130	0.38	3.38	9.35	13.09
-23	2875	1317	2130	0.37	3.70	10.11	12.68
-24	2538	1022	2080	0.40	2.17	6.10	10.50
-25	2384	1029	2080	0.39	2.20	6.11	8.89
-26	1850	787	2080	0.39	1.29	3.58	5.41
-27	1723	722	2080	0.39	1.08	3.02	4.73
-28	2368	1147	2080	0.35	2.74	7.37	8.01
-29	2369	1087	2080	0.37	2.46	6.72	8.39
-30	2369	1103	2080	0.36	2.53	6.89	8.30
-31	3160	1413	2270	0.38	4.53	12.46	16.62
-32	3582	1643	2270	0.37	6.13	16.75	20.96
-33	2963	1377	2270	0.36	4.30	11.72	14.19
-34	3101	1537	2270	0.34	5.36	14.35	14.68
-35	3157	1617	2270	0.32	5.94	15.69	14.70
-36	3281	1769	2270	0.30	7.10	18.40	14.97
-37	3483	1919	2270	0.28	8.36	21.43	16.40
-38	3595	2008	2270	0.27	9.15	23.30	17.15
-39	3112	1712	2270	0.28	6.65	17.07	13.11
-40	3193	1838	2270	0.25	7.67	19.21	12.92
-41	3308	1949	2270	0.23	8.62	21.28	13.35
-42	3549	2059	2270	0.25	9.62	23.98	15.76
-43	3044	1765	2270	0.25	7.07	17.63	11.60
-44	3278	1824	2270	0.28	7.55	19.27	14.32
-45	2427	1138	2160	0.36	2.80	7.60	8.99
-46	2317	1132	2160	0.34	2.77	7.43	7.90
-47	2234	1194	2160	0.30	3.08	8.01	6.67
-48	2405	1263	2160	0.31	3.44	9.02	7.91
-49	2718	1408	2160	0.32	4.28	11.27	10.25
-50	2843	1534	2160	0.29	5.08	13.16	10.68
-51	2978	1720	2160	0.25	6.39	15.97	10.64
-52	3126	1807	2160	0.25	7.05	17.62	11.70
-53	3474	2067	2160	0.23	9.23	22.63	13.77
-54	3679	2151	2160	0.24	10.00	24.80	15.91
-55	3730	2085	2160	0.27	9.39	23.90	17.53
-56	3968	2210	2090	0.28	10.21	26.03	19.29
-57	4188	2460	2090	0.24	12.64	31.27	19.80
-58	3581	2093	2090	0.24	9.16	22.72	14.59
-59	2571	1385	2090	0.30	4.01	10.39	8.47
-60	2314	1190	2090	0.32	2.96	7.81	7.25
-61	2104	1076	2090	0.32	2.42	6.40	6.03
-62	2611	1367	2210	0.31	4.13	10.84	9.56
-63	2284	1292	2210	0.26	3.69	9.33	6.61
-64	2572	1468	2210	0.26	4.76	11.99	8.27
-65	2105	1148	2210	0.29	2.91	7.51	5.90
-66	2288	1170	2210	0.32	3.02	8.00	7.53
-67	2127	1129	2210	0.30	2.82	7.35	6.24
-68	2293	1179	2210	0.32	3.07	8.11	7.53
-69	2402	1242	2210	0.32	3.41	8.99	8.20
-70	2361	1242	2210	0.31	3.41	8.93	7.77
-71	2446	1393	1980	0.26	3.84	9.68	6.72
-72	2572	1461	1980	0.26	4.23	10.67	7.46

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Teniendo en cuenta la testificación del sondeo S44, la atribución de estos parámetros a las diferentes litologías sería la siguiente:

Tabla 14. Relación de velocidades y parámetros dinámicos obtenidos por nivel.

Profundidad aprox. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	ρ (KN/m^3)	σ	G (Gpa)	E (Gpa)	K (Gpa)	Material
1-6	1356,2	592,8	18,3	0,38	0,67	1,86	2,59	Gravas (terraza)
6-15	2231,0	963,5	21,2	0,39	2,00	5,53	8,03	Limos con arena y arcilla
15-19	2669,9	1245,2	21,3	0,36	3,30	8,99	10,78	Conglomerados
19-25,5	2713,7	1187,3	21,1	0,38	3,01	8,32	11,64	Limolitas
25,5-30	2135,9	969,2	20,8	0,37	2,02	5,52	6,97	Conglomerados
30-39	3270,5	1666,0	22,7	0,32	6,39	16,80	15,87	Limolitas
39-43	3273,4	1902,6	22,7	0,24	8,25	20,52	13,41	Conglomerados
43-48	2532,1	1310,1	21,8	0,32	3,93	10,27	9,16	Limos arcillosos
48-54,5	3221,3	1824,5	21,6	0,26	7,35	18,48	12,93	Conglomerados
54,5-67,5	2726,1	1499,0	21,5	0,29	5,23	13,30	9,96	Limos y arenas con arcilla
67,5-70,5	2351,8	1221,2	22,1	0,32	3,30	8,67	7,83	Conglomerados y areniscas
70,5-72	2508,6	1427,2	19,8	0,26	4,04	10,17	7,09	Arcillas limosas

V_P es el tiempo de llegada de las ondas P

V_S es el tiempo de llegada de las ondas S

ρ es la densidad del material

σ es el Coeficiente de Poisson

G es el Módulo de Rigidez o Cizalla

K es el módulo de compresibilidad volumétrica

E es Módulo de Young

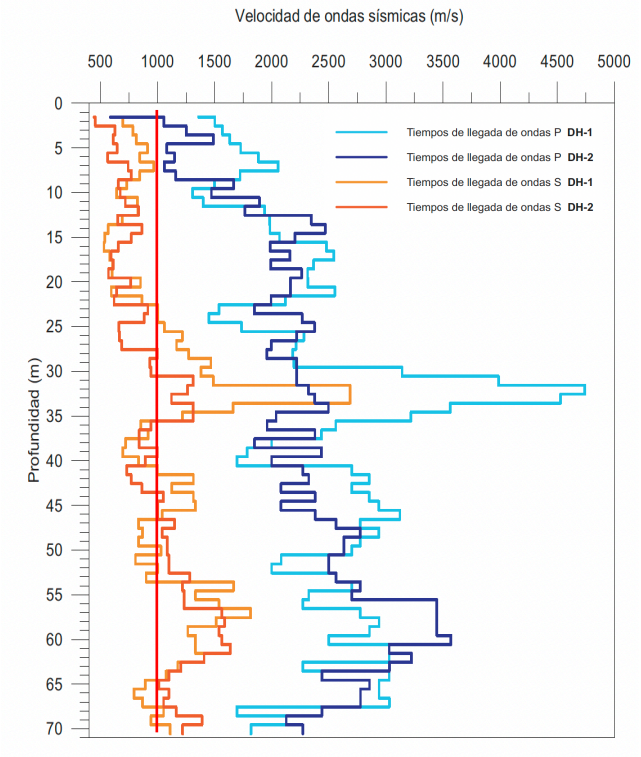
La información completa de los trabajos realizados y los resultados obtenidos se incluye en el anexo del apartado de geofísica del presente informe.

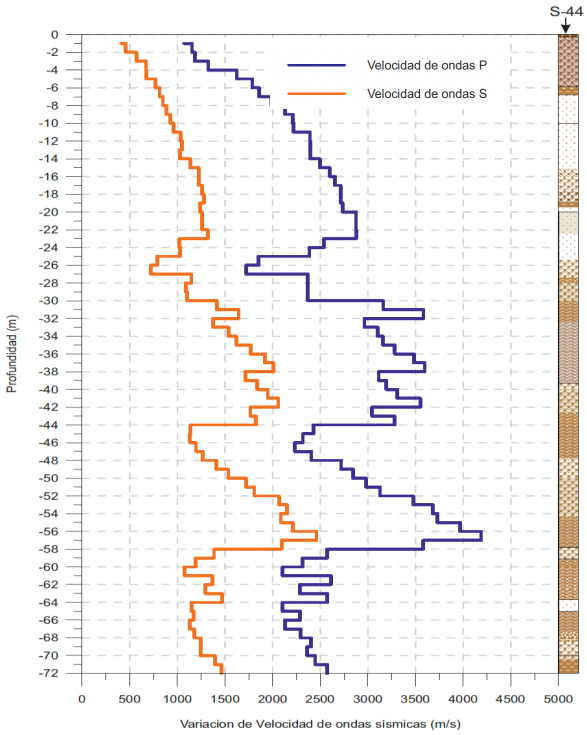
En la siguiente figura pueden compararse los gráficos de velocidad de ondas obtenidos en este ensayo, con los que se obtuvieron en la campaña del ATI-24 (información y figuras obtenidas de los informes geofísicos adjuntos a los geotécnicos de ambas campañas).

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

ATI -24	ATI -100





Valores medios hasta 30 m profundidad:

Modelo	Vs30 (m/s)
DH-1	849
DH-2	706

Vs30 (m/s)
973

Valores por tramos o estratos ATI-24 (DH1 y DH2) vs ATI-100:

Profundidad techo (m)	Profundidad muro (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
0	-7.6	1748	830
-7.6	-22.6	2099	631
-22.6	-34.6	2518	1389
-34.6	-38.6	2310	828
-38.6	-46.6	2662	1142
-46.6	-51.6	2597	884
-51.6	-57.6	2497	1379
-57.6	-63.6	2737	1313
-63.6	-70.6	2258	923

Profundidad techo (m)	Profundidad muro (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
0	-7.6	1227	585
-7.6	-23.6	2054	685
-23.6	-32.6	2149	863
-32.6	-45.6	2160	957
-45.6	-54.6	2599	1116
-54.6	-61.6	3416	1524
-61.6	-70.6	2570	1125

Profundidad techo (m)	Profundidad muro (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
0	-23	411-1137	1071-2875
-23	-30	722-1147	1723-2538
-30	-43	1103-2059	2369-3595
-43	-48	1132-1824	2234-3278
-48	-57	1263-2460	2405-4188
-57	-72	1076-2093	2014-3581

Figura 14. Comparativa de los gráficos y resultados de los dos proyectos ATI en CNC.

Se observa que los resultados de velocidades de ondas son algo más altos, en general, en el DH realizado en la actual campaña para la ATI-100, lo que indicaría la presencia de materiales más consolidados-cementados, en algunas zonas de la ATI-100 y que puede

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

corresponder a la intercalación de conglomerados (UG 2.1_Co), la cual estaba prácticamente ausente en el emplazamiento del ATI-24.

10.10 Tomografía sísmica

La Tomografía Sísmica de Refracción se considera como una evolución a la sísmica de refracción tradicional y se basa en generar una perturbación mecánica en el terreno (por lo general en superficie y mediante una maza) y determinar el tiempo que las ondas P (generadas en el punto de impacto) tardan en recorrer el trayecto que separa la fuente y una serie de sensores (geófonos) situados a lo largo de una línea de adquisición (figura 16). Conociendo la distancia recorrida por las ondas sísmicas y el tiempo empleado, se puede determinar la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el subsuelo.

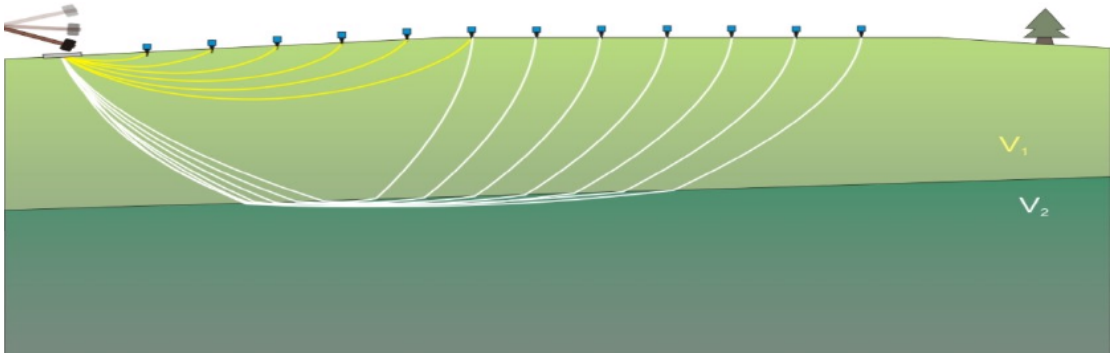


Figura 15. Implantación sísmica de geófonos típica de un ensayo de tomografía sísmica.

Para alcanzar los objetivos propuestos en el presente estudio, se han ejecutado tres perfiles de Tomografía Sísmica de Refracción, denominados desde TMS-1 a TMS-3. Las posiciones de los perfiles se muestran en el Anexo Geofísico.

En este estudio, se han investigado un total de 347,5 m lineales de Tomografía Sísmica de Refracción, repartidos en tres perfiles de 105m cada uno. En cada implantación se han empleado entre 21 y 24 geófonos de componente vertical y 10Hz de frecuencia natural, espaciados 5m, y se han realizado entre 8 y 11 disparos (puntos de golpeo).

Para la realización de los perfiles de Tomografía Sísmica se empleó un sismógrafo multicanal de 24 canales. Este sismógrafo está provisto de sistema de filtrado, reforzamiento de señal y grabación en soporte digital. Los geófonos empleados son sensores de componente vertical de 10 Hz, y la fuente de energía utilizada para la generación de la onda de compresión fue una maza de 5kg golpeando sobre una placa metálica de 20 cm de diámetro.

Para la adquisición de los datos sísmicos se ha tomado una ventana de registro de 256 milisegundos de duración con una razón de muestreo de 1/8 milisegundos, obteniendo un total de 2.048 muestras por traza, empleando un sismógrafo provisto de sistema de filtrado, reforzamiento de señal y grabación en soporte digital.

Por cada perfil de Tomografía Sísmica realizado se obtiene un modelo de velocidad sísmica de ondas P. Los tres modelos sísmicos de inversión resultantes obtenidos a partir de las implantaciones de Tomografía Sísmica de Refracción ejecutadas, se muestran gráficamente en detalle en los Planos del Anexo Geofísico

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Estos modelos de Tomografía Sísmica muestran la variación, según un degradado de color, de la velocidad de ondas P (modelos de inversión de la velocidad sísmica de ondas P). Los gráficos de cobertura de frentes de ondas P muestran la reconstrucción de las trayectorias de dichos frentes de ondas.

A continuación, se muestran los modelos de velocidad de ondas P de cada uno de los perfiles realizado:

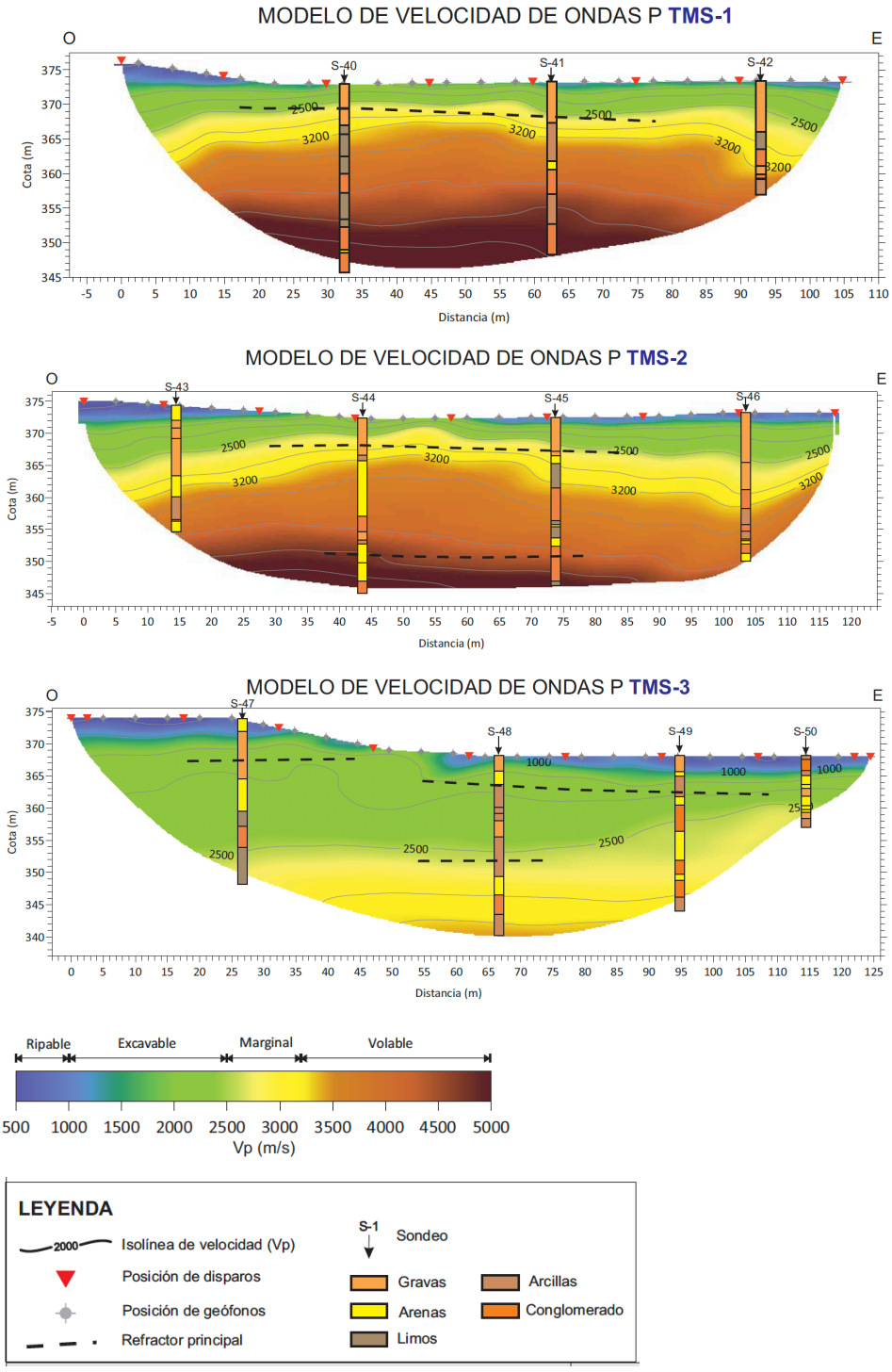


Figura 16. Salidas gráficas de las tomografías sísmicas TMS.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

En general todos los modelos presentan una distribución de velocidades sísmicas que aumenta con la profundidad. No se observa ninguna zona anómala de distribución de velocidades hasta la máxima profundidad de investigación alcanzada en cada caso (30m para el perfil TMS-1, 30 m para el perfil TMS-2 y 35m para el perfil TMS-3).

Para las rocas, la velocidad de propagación de las ondas longitudinales varía entre 1000 y 6000m/s. Para rocas alteradas y suelos se obtienen valores por debajo de 900m/s. En la figura siguiente se presentan algunos valores típicos de velocidad de las ondas longitudinales para diferentes litologías, válidos como referencia orientativa.

Tabla 15. Velocidad Vp para varios tipos de roca (G. De Vallejo, Ingeniería Geológica).

Velocidad de propagación de las ondas longitudinales en rocas

Roca sana	Velocidad de propagación de las ondas V_p (m/s)
Arenisca	1.400-4.200
Basalto	4.500-6.500
Caliza	2.500-6.000
Conglomerado	2.500-5.000
Cuarcita	5.000-6.500
Diabasa	5.500-7.000
Dolerita	4.500-6.500
Dolomía	5.000-6.000
Gabro	4.500-6.500
Gneiss	3.100-5.500
Granito sano	4.500-6.000
Lutita	1.400-3.000
Marga	1.800-3.200
Mármol	3.500-6.000
Pizarra	3.500-5.000
Sal	4.500-6.000
Yeso	3.000-4.000

De acuerdo a esta tabla, los valores de velocidad obtenidos en los modelos de velocidad son coherentes con los resultados de los sondeos mecánicos realizados ya que los niveles superiores más alterados o rellenos perimetrales del ya ejecutado ATI (gravas y suelos) muestran velocidades por debajo de 1000m/s, que van en aumento en profundidad (conglomerados), alcanzando hasta 3000m/s, a medida que los materiales están más consolidados (limolitas), y llegando a valores por encima de 3500m/s a partir de 25-30m de profundidad, incluso a partir de 10 m en TMS-1 y a partir de los 5 en el TSM-2 , atribuibles a los niveles de limolitas más consolidados, conglomerados cementados y areniscas detectados.

Si comparamos los perfiles obtenidos con los realizados para la ATI-24, se observa una tendencia similar lo observado en el ensayo Down-Hole.

Los perfiles 1 y 2 de la ATI-100 registran velocidades más altas a menores profundidades que los de la ATI-24, lo que indicaría presencia de materiales más consolidados-cementados, posiblemente por la presencia de la intercalación de conglomerados (UG2.1_Co). En el caso del perfil 3 se obtienen registros similares al ATI-24.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

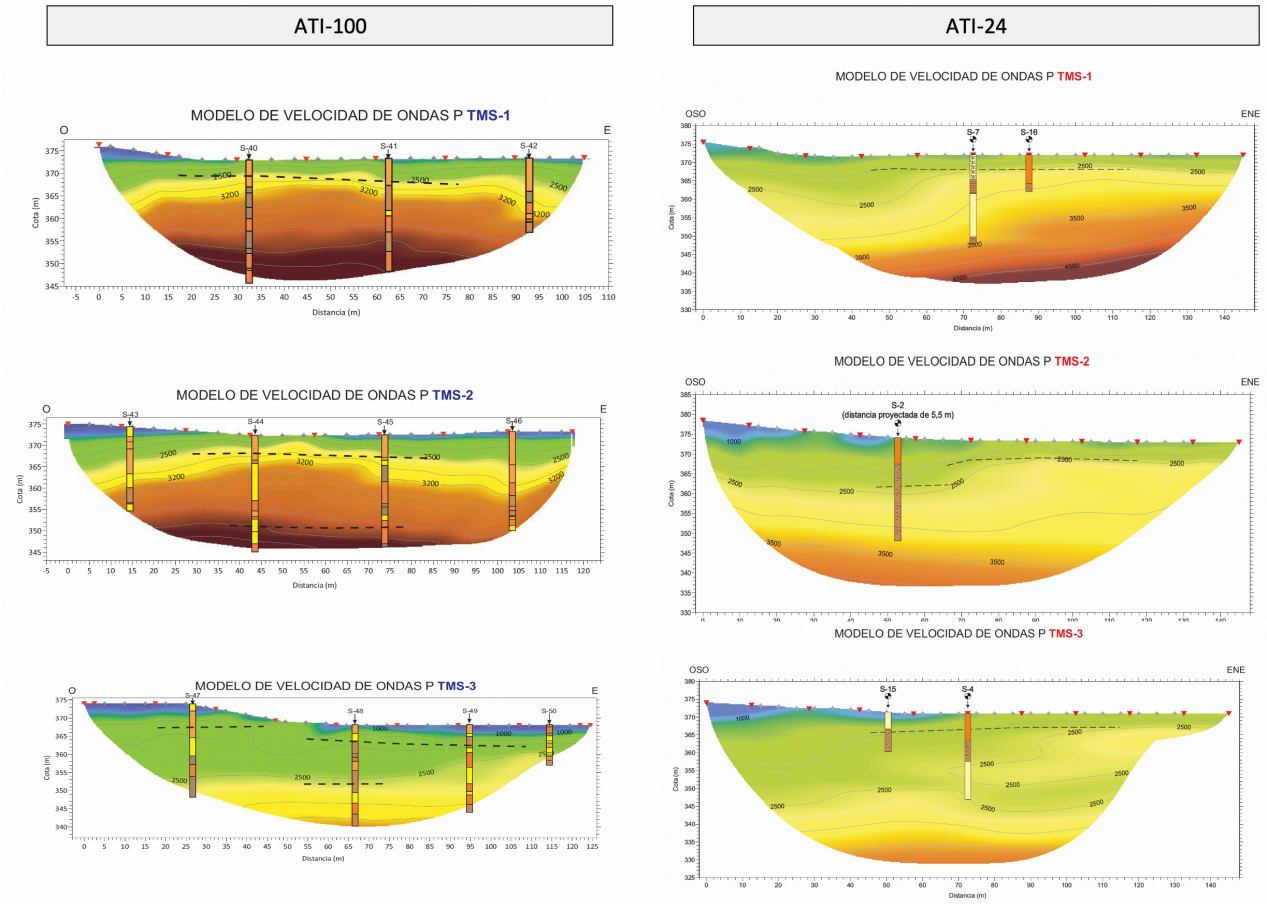


Figura 17. Comparativa de las gráficas de las tomografías sísmicas TMS de los proyectos ATI en la CNC.

10.11 Vibración natural del terreno

Se han realizado un ensayo, denominados VIB-1, para la determinación de la frecuencia fundamental de vibración del terreno. Las ubicaciones de los sensores triaxiales dispuestos a tal fin han sido junto al emboquille del sondeo S-44.

Para el ensayo, el registro de ruido de fondo se ha realizado a lo largo de una ventana de tiempo correspondiente a una hora completa de duración, con una razón de muestreo de 1/125 segundos, obteniéndose un total de 450.000 muestras por canal y ensayo.

Para el cálculo del cociente espectral en cada ensayo se han seleccionado ventanas de tiempo de 20 segundos, en período "tranquilo", es decir, utilizando ventanas de tiempo en las que no aparecen picos destacados de amplitud atribuibles a un origen no natural. Los resultados de cada ensayo muestran un pico de frecuencia bien definido que se corresponde con la frecuencia fundamental del terreno en esa zona.

A partir del registro de la señal sísmica del terreno del terreno del ensayo de HVSR se ha determinado la frecuencia natural del terreno (f_0)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

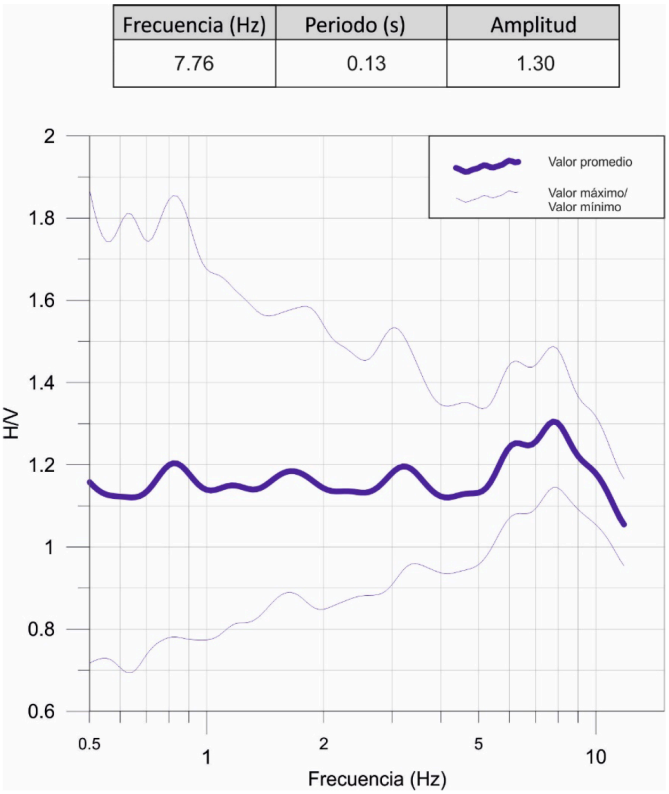


Figura 18. Salida gráfica del ensayo microsísmico realizado en la ATI-100.

En los ensayos realizados en la ATI-24 se observan registros similares:

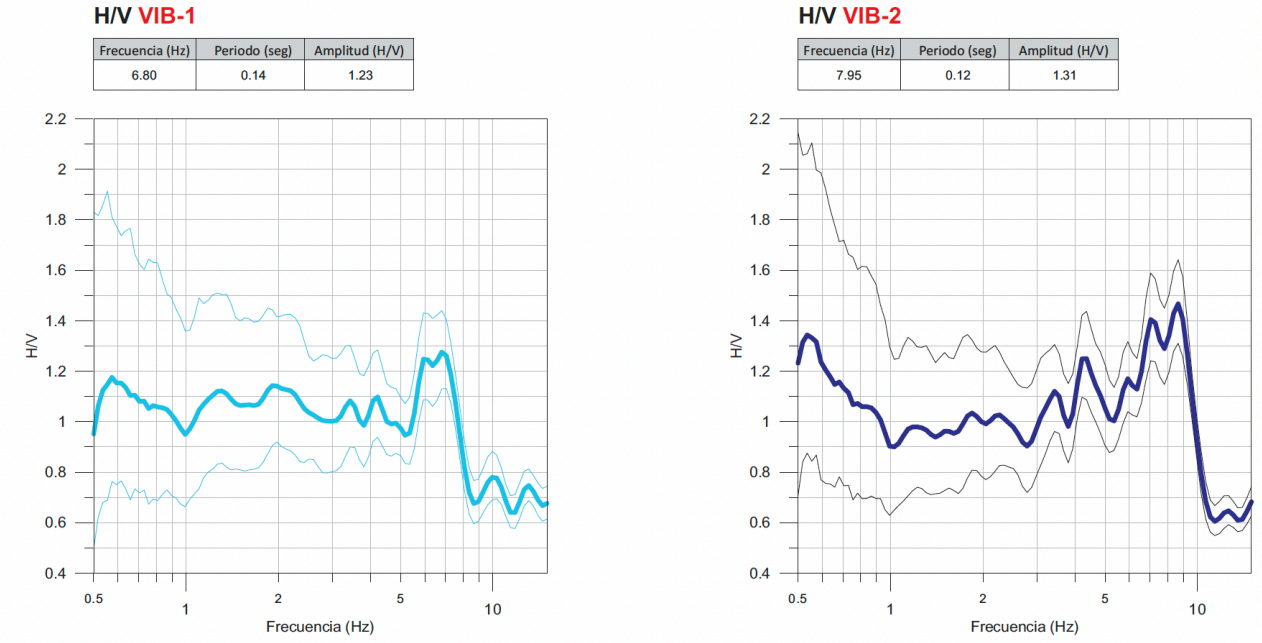


Figura 19. Salida gráfica de los ensayos microsísmicos realizados en la ATI-24.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

10.12 Resistividad eléctrica del terreno.

Han sido realizadas 2 medidas de resistividad eléctrica del suelo por el método Wenner mediante un ohmiómetro de tierra CHAUVIN ARNOUX C.A 6470N TERCA 3.

Estos ensayos se han realizado en las inmediaciones de los sondeos, con el fin de correlacionar la estructura geotécnica con la geo-eléctrica.

El método geoeléctrico consiste en emitir al terreno corriente continua a través de un par de electrodos metálicos (A y B) y se mide la diferencia de potencial (ΔV) a través de otro par de recepción (M y N). El subsuelo actúa como impedancia, de forma que al variar la separación entre electrodos se abarca un mayor volumen de terreno entre los electrodos, lo que modifica la impedancia (resistividad aparente) y se logra una mayor profundidad de penetración de la corriente en el subsuelo, con aumento de la cota de investigación.

Con objeto de medir la resistividad del suelo se hace necesario insertar los 4 electrodos en el suelo. Los cuatro electrodos se colocan en línea recta y a una misma profundidad de penetración, las mediciones de resistividad dependerán de la distancia entre electrodos y de la resistividad del terreno, y por el contrario no dependen en forma apreciable del tamaño y del material de los electrodos, aunque sí dependen de la clase de contacto que se haga con la tierra.

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos C1 y C2 mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos P1 y P2. Estos electrodos están enterrados en línea recta y a igual separación entre ellos. La razón V/I es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.

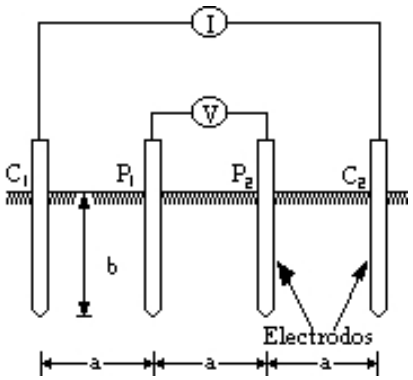


Figura 20. Esquema de dispositivo Wenner.

En la figura se observa esquemáticamente la disposición de los electrodos, en donde la corriente se inyecta a través de los electrodos exteriores y el potencial se mide a través de los electrodos interiores. La resistividad aparente está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{4\pi R a}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4b^2}}\right)}$$

Donde:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

R: valor de resistencia de Ohmios, relación entre los valores de tensión e intensidad medidos.

Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

Tabla 16. Resultados de resistividades eléctricas.

LECTURA Nº		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PERFIL	PARÁMETRO	EQUIDISTANCIA ENTRE PICAS (m) / DISTANCIA TOTAL PICAS EXTREMAS															
		1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,0	14,3	15,6	16,9	18,2	19,8	27,0
		3,9	7,8	11,7	15,6	19,5	23,4	27,3	31,2	35,1	39,0	42,9	46,8	50,7	54,6	59,4	81,0
PROFUNDIDAD APROX (m)		1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,8	7,8	8,8	9,8	10,7	11,7	12,7	13,7	14,9	20,3
RE-1 (S44-S45)	ρ (Ωm)	76,7	153	169	325	410	458	479	498	421	478	521	598	521	487	477	462
	R (Ω)	9,4	18,7	20,7	39,8	50,2	56,1	58,6	61,0	51,5	58,5	63,8	73,2	63,8	59,6	58,4	56,6
RE-2 (S44-S43)	ρ (Ωm)	89,3	263	569	1015	1250	1063	1058	963	896	1025	1069	1125	1147	987	698	789
	R (Ω)	10,9	16,1	23,2	31,1	30,6	21,7	21,6	19,6	18,3	20,9	21,8	23,0	23,4	20,1	14,2	16,1

En la zona del ATI se han registrado resistividades altas, con valores entre 300 y 1250Ωm, concordantes con el nivel de conglomerados y el de limos consolidados detectados en los sondeos. Los estratos geo-eléctricos detectados en los ensayos arrojan valores razonables y acordes con la naturaleza de los materiales ensayados

Existen numerosas tablas en la bibliografía que atribuyen valores de resistividad eléctrica a diversos materiales. Una de las más recurrentes es la siguiente, que se expone a efecto meramente orientativo:

Tabla 17. Valores orientativos de resistividad eléctrica para varios materiales.

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ω·m)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

10.12 Resistividad térmica del terreno.

Se han realizado 3 medidas de resistividad térmica del terreno mediante un dispositivo METER TEMPOS con un sensor TR-3 de 2,4x100 mm. Estas medidas se han realizado sobre testigos parafinados, una vez abiertos, introduciendo el sensor y procediendo a la lectura.

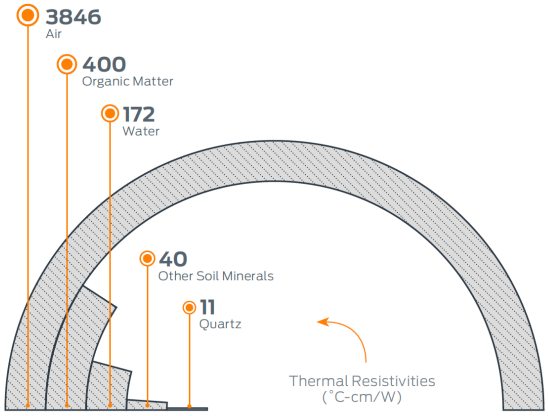
Los resultados, agrupados, se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Resultados de conductividad y resistividad térmica, con determinación de temperatura y humedad.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Material	Conductividad térmica "K" (W/mK)	Resistividad térmica "R" (Km/W)	Temperatura (°C)	Humedad (%)
S-48	TP	5,70-6,00	Limos	1,538	0,65	26,8	14,5
	TP	13,70-14,00	Limos	1,037	0,96	25	9,9
	TP	26,50-26,90	Limolitas	1,095	0,91	24,7	9,9
Máximo				**1,54**	**0,96**	**26,80**	**14,50**
Media				**1,22**	**0,84**	**25,50**	**11,43**
Mínimo				**1,04**	**0,65**	**24,70**	**9,90**

La resistividad térmica (ρ) es la magnitud que define la oposición de un cuerpo o medio al flujo de calor. Dentro de un contexto geotécnico, la determinación de este parámetro es de gran importancia en los proyectos donde la transferencia de calor tiene lugar a través del suelo. Dado que el suelo sirve como intermediario térmico entre un cable (o conductor) y el medio ambiente, las propiedades térmicas del suelo son una parte importante del diseño y la operabilidad de los cables enterrados.

Hay cuatro constituyentes que son importantes para determinar la resistividad térmica del suelo. La siguiente imagen muestra las propiedades térmicas de los elementos en un suelo típico.



	Density	Thermal Conductivity	Thermal Resistivity	Vol. Heat Capacity
	g/cm³	W/m-k	°C-cm/W	MJ/m³K
Quartz	2.66	8.8	11	2.13
Soil Minerals	2.65	2.5	40	2.31
Granite	2.64	3.0	33	2.16
Organic Matter	1.30	0.25	400	2.50
Water	1.00	0.58	172	4.18
Ice	0.92	2.5	40	2.10
Air	0.0012	0.026	3846	0.0012

Figura 21. Resistividad térmica de los constituyentes comunes del suelo.

Estos elementos normalmente ocurren como mezclas en el suelo. La resistividad térmica de la mezcla es bastante difícil de calcular, ya que depende no solo de las resistencias térmicas de los componentes, sino también en su disposición geométrica.

1. **El aire** genera alta resistividad en suelos (suelos granulares, muy porosos, o con presencia de raíces de árboles). Los suelos flojos o poco compactos serán más resistivos.

2. **Materia orgánica,** independientemente de la humedad, tendrá una resistividad muy alta.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

3. Contenido de agua. El reemplazo de aire con agua en los poros disminuye la resistividad, pero el agua sola aún no es un muy buen conductor.

4. Composición del suelo. En términos generales, el contenido de cuarzo aumenta la conductividad térmica del suelo.

Por otro lado, atendiendo a la granulometría, los suelos bien graduados conducen el calor mejor que los suelos pobremente graduados, ya que las partículas de menor tamaño se introducen en los poros existentes entre las partículas de mayor tamaño, aumentando la densidad, disminuyendo la porosidad y aumentando el número de contactos entre partículas.

Una de las pocas tablas con valores propuestos que podemos encontrar en la bibliografía es la siguiente:

Tabla 19. Antiguo Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, aprobando la norma básica de construcción NBE-CT-79 (aunque la norma está derogada, la tabla puede orientar en cuanto a valores aproximados)

Material	Densidad aparente kg/m³	Conductividad térmica λ kcal/hm °C	(W/m °C)
ROCAS Y SUELOS NATURALES			
Rocas y terrenos			
– Rocas compactas	2500–3000	3,00	(3,50)
– Rocas porosas	1700–2500	2,00	(2,33)
– Arena con humedad natural	1700	1,20	(1,40)
– Suelo coherente humedad natural	1800	1,80	(2,10)
Arcilla	2100	0,80	(0,93)
Materiales suelos de relleno desecados al aire, en forjados, etc.			
– Arena	1500	0,50	(0,58)
– Grava rodada o de machaqueo	1700	0,70	(0,81)
– Escoria de carbón	1200	0,16	(0,19)
– Cascote de ladrillo	1300	0,35	(0,41)

De forma estimativa, se puede asignar a los conglomerados de la terraza aluvial, una resistividad térmica de 1/0,81 = 1,23 °Cm/W, mientras que en los conglomerados cementados, el valor puede ser de en torno a 1/2,33 = 0,43 °Cm/W.

10.13 Ensayos de laboratorio.

Sobre las muestras de suelo tomadas se han realizado ensayos de identificación, estado, resistencia y deformabilidad, de forma discrecional, en función de las necesidades del proyecto.

Los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras tomadas en los sondeos se enumeran en la siguiente tabla:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 20. Relación de ensayos de laboratorio realizados.

Ensayo en sondeo	Norma	Cantidad
Granulometría por tamizado	UNE 103.101	62
Límites de Atterberg	UNE 103.103 y 103.104	62
Densidad seca	UNE 103.301	64
Humedad	UNE 103.300	65
Peso específico	UNE 103.302	35
Carbonatos	UNE 103200	2
Sulfatos solubles en suelo	UNE 103.201	8
Grado de acidez Baumann-Gully	CE21	8
Agresividad agua freática	CE21	2
Resistencia a compresión simple	UNE 103.400	51
Corte Directo CD	UNE 103401	7
Presión de Hinchamiento en edómetro	UNE 103.602	2
Roca. Resistencia a compresión uniaxial	UNE 22950-1:90	8
Consolidación en edómetro	UNE 103.405:94	4

11. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA GENERAL DEL TERRENO DEL EMPLAZAMIENTO.

La prospección geotécnica-geofísica llevada a cabo en el futuro emplazamiento permite una correcta caracterización del subsuelo del emplazamiento a efectos del cálculo y diseños para las futuros cimentaciones a desarrollar. Para dicha caracterización se llevará a cabo una integración de los datos obtenidos en los sondeos del lindero oeste del ATI-24 (S4,S5,S9,S18,S19 y S20) realizados en los meses de enero y febrero de 2017.

El primer paso en la caracterización consiste en el análisis pormenorizado de los registros continuos de materiales obtenidos en los sondeos realizados y su correlación espacial, con el fin de definir una estructura litoestratigráfica del subsuelo en toda la profundidad de estudio.

El segundo paso, consiste en analizar los resultados de los ensayos in situ y de laboratorio, comparándolos y correlacionándolos entre sí, para confirmar o descartar la confiabilidad y representatividad, para cada uno de los niveles geotécnicos identificados en el subsuelo del emplazamiento en estudio. Se complementará dicha caracterización con los datos obtenidos en la campaña previamente realizada para el ATI-24, utilizando para ellos solamente los sondeos situados geográficamente en el lado oeste del nuevo ATI-100. Geotécnicamente ambas construcciones apoyan sobre las mismas unidades geotécnicas.

Por último, se realizará un tratamiento estadístico simplificado de los datos, a fin de establecer modelos constitutivos acordes al tipo de terreno, que proporcionan sus propiedades de estado, resistentes y deformacionales, para ser utilizadas en los cálculos de explanaciones, cimentaciones, empujes de tierras y estabilidad de taludes.

11.1. Estratigrafía general. Estructura geológica del subsuelo.

Dentro de la zona de estudio se han diferenciado los siguientes niveles estratigráficos:

- UG-0, Terreno vegetal.
- UG-1, Conglomerados de cantos y bloques calcáreos, heterométricos. Terraza fluvial.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

- UG-2, paquete detrítico rojizo terciario (Miocenos) formado por niveles alternantes de limos areno-arcillosos rojizos, conglomerados con grado variable de cementación, areniscas y lutitas.

12. NIVELES GEOTECNICOS. DESCRIPCIÓN Y PARÁMETROS.

12.1. UG0. Terreno vegetal.

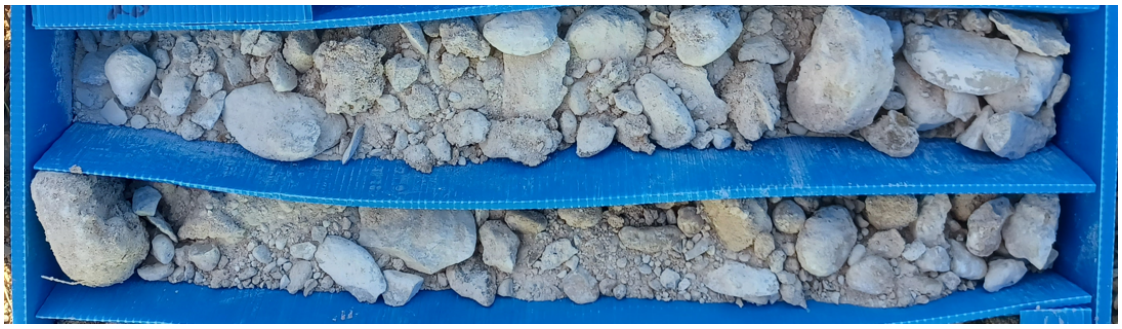
Es la unidad más superficial, presenta un espesor medio de unos 30 centímetros, con espesores máximos de 50 centímetros. Se trata de un suelo residual, flojo con abundante materia orgánica, carente de interés geotécnico. Está formado por arenas y limos con abundante grava y cantos de naturaleza principalmente calcárea. Este nivel será retirado a vertedero o empleado para restauraciones paisajísticas posteriores.



Fotografía 8. Detalle de la UG-0, recuperada en el sondeo S-50.

12.2. UG1. Conglomerados, terraza fluvial (Pleistoceno).

Unidad geotécnica formada principalmente por gravas calcáreas sub-angulosas a sub-redondeadas, heterométrica de tamaños centimétrico a decimétrico con una matriz formada por una mezcla de arenas y limos de tonos blanquecinos a beige. Queda constatado tanto por la perforación, así como por los afloramientos que la matriz se puede encontrar parcialmente cementada a muy cementada. En los sondeos se recupera el material disgregado por el proceso de perforación.



Fotografía 9. Detalle de la UG-1, recuperada en el sondeo S-43.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



Fotografía 10. Detalle de la UG-1, recuperada en el sondeo S-19 realizado para el ATI 24

El espesor promedio del nivel es de unos 6 metros , con variaciones de potencia locales entre 2,4 metros y 11 metros, con tendencia a profundizar en dirección oeste. A continuación, se muestra en la siguiente tabla la potencia identificada del nivel en cada uno de los sondeos:

Tabla 21. Delimitación geométrica de la unidad UG1 en cada sondeo.

Sondeo	Profundidad inicial (m)	Profundidad final (m)	Espesor (m)	Cota inicial (msnm)	Cota final (msnm)
S-40	0,4	6	5,6	372,2	366,6
S-41	0,5	6	5,5	372,5	367
S-42	0,4	7,2	6,8	372,8	366
S-43	0,3	9,9	9,6	374,3	364,7
S-44	0,3	5,9	5,6	372	366,4
S-45	0,3	6	5,7	371,9	366,2
S-46	0,6	7,4	6,8	372,5	365,7
S-47	2,0	9,2	7,2	371,2	364
S-48	0,4	4,5	4,1	367,4	363,3
S-49	0,2	2,2	2	367,3	365,3
S-50	0,6	2,5	1,9	367,1	365,2
S-4 (ATI24)	0,1	7,4	7,3	372	364,7
S-5(ATI24)	0,2	7,3	7,1	372,5	365,4
S-9(ATI24)	0,3	8,1	7,8	372,3	364,5
S-10(ATI24)	0,1	8,7	8,6	372,2	363,6
S-18(ATI24)	0,2	9,2	9	372,3	363,3
S-19(ATI24)	0,3	10,8	10,5	372,3	361,8
S-20(ATI24)	0,1	7	6,9	372,1	365,2

12.2.1. Determinación del grado de compacidad natural

La estimación de la compacidad para este nivel se determinará a partir de los ensayos de penetración estándar (SPT) realizados en los sondeos implicados en el estudio del ATI-100 y los complementarios realizados para el ATI-24:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 22. Tabla de SPT obtenidos en UG1. Sondeos campaña actual.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	N_{30}
S-40	SPT-1	1,20-1,29	9/50	R
	SPT-2	3,00-3,07	7/50	R
	SPT-3	6,00-6,13	13/50	R
S-41	SPT-1	1,11-1,33	46-7/50	R
	SPT-2	4,20-4,30	10/50	R
S-43	SPT-1	1,00-1,60	6-5-3-4	8
	SPT-2	3,00-3,10	10/50	R
	SPT-3	5,405,82	30-45-12/50	R
	SPT-4	9,00-9,60	16-40-38-35	78
S-42	SPT-1	1,50-1,59	9/50	R
	SPT-2	3,00-3,05	5/50	R
	SPT-3	6,00-6,07	7/50	R
S-44	SPT-1	1,00-1,08	8/50	R
	SPT-2	3,00-3,23	29-8/50	R
S-45	SPT-1	1,20-1,29	9/50	R
	SPT-2	3,00-3,14	10/50	R
S-46	SPT-1	1,20-1,45	45-10/50	R
	SPT-2	3,80-3,93	13/50	R
	SPT-3	6,60-6,68	8/50	R
S-47	SPT-1	1,00-1,60	2-4-5-5	9
	SPT-2	3,00-3,54	11-20-39-9/50	59
	SPT-3	6,00-6,14	14/50	R
S-48	SPT-1	1,20-1,52	12/50	R
S-49	SPT-1	1,00-1,60	1-1-2-6	3
S-50	SPT-1	1,60-2,20	3-9-7-8	16

Tabla 23. Tabla de SPT obtenidos en UG1. Sondeos campaña previa.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	N_{30}
S-4	SPT-1	1,60-1,87	30-12/50	R
	SPT-2	3,00-3,06	6/50	R
	SPT-3	6,00-6,26	34-11/50	R
S-5	SPT-1	1,50-2,10	46-27-40-46	R
	SPT-2	3,44-4,03	18-18-21-14/50	R
	SPT-3	6,00-6,26	47-11/50	R
	SPT-4	7,50-7,60	10/50	R
S-9	SPT-1	3,00-3,06	6/50	R
	SPT-2	6,00-6,04	4/50	R
S-10	SPT-1	3,00-3,10	10/50	R
	SPT-2	6,00-6,45	22-25-29	54
S-18	SPT-1	1,50-1,89	31-30-9/50	R
	SPT-2	5,29-5,89	9-19-27-36	46
	SPT-3	6,80-7,09	24-14/50	R
	SPT-4	9,00-9,23	30/8/50	R
S-19	SPT-1	1,50-1,77	27/12/50	R
	SPT-2	3,00-3,06	6/50	R
	SPT-3	4,69-5,26	11-24-30-12/50	R
	SPT-4	7,63-7,90	39-12/50	R
S-20	SPT-1	3,25-3,45	39-5/50	R
	SPT-2	6,10-6,13	3/50	R

En la tabla anterior se observan los valores N_{SPT} obtenidos en la UG-1. En general se alcanzó rechazo en la mayoría de los ensayos realizados, debido a su naturaleza gravosa y su grado de cementación, aunque puntualmente se obtuvieron valores bajo , con golpeos de 3-16

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

en tramos más superficiales en lo cuales el contenido de gruesos y grado de cementación era más bajo.

La compacidad de esta unidad geotécnica se puede valorar en función del número de golpes (N_{SPT}), según la correlación propuesta, para materiales granulares, en la tabla D.2 del CTE-DB SE-C.

Tabla 24. Compacidad en suelos granulares. CTE.

Compacidad	Golpeo SPT por 30 cm
Muy floja	≤ 4
Floja	5-10
Medianamente densa	11-30
Densa	31-50
Muy densa	>50

De la comparativa de las anteriores tablas con los resultados de la tomografía microsísmica por refracción (con Vp entre 2000 y 3200 m/s) se concluye que la unidad presenta una compacidad muy densa, con tramos puntuales y locales en la parte más superficial del nivel que pueden mostrar una compacidad floja-media.

12.2.2. Identificación y estado natural.

En las siguientes tablas se incluyen los ensayos de identificación y estado realizados sobre las muestras tomadas en este nivel durante la campaña geotécnica realizada para el ATI-100 y los sondeos del lindero este realizados para la campaña geotécnica del ATI-24 (S-4, S-5, S-10, S-18, S-19 y S-20):

Tabla 25. Resultados de laboratorio. Identificación y estado natural. UG1. Sondeos campaña actual.

MUESTRA		TIPO	Litología	GRANULOMETRIAPOR TAMIZADO													Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS
				PASO TAMIZ UNE (%)																			
Sondeo	Profundidad (m)			100	80	63	50	40	25	20	13	10	5	2	0,4	0,08	%	%	%	LL	LP	IP	
S-43	7,50-7,80	MA	Grava y arena aluvial	100	100	100	100	100	72,0	72,0	63,1	59,5	50,9	44,9	22,8	15,1	49,1	35,9	15,1	15,3	11,3	4,0	GC-GM
S-46	1,60-1,80	MA	Grava y arena aluvial	100	100	100	100	96,1	89,2	87,6	78,5	74,4	60,9	50,4	25,9	13,4	39,1	47,5	13,4	0,0	0,0	0,0	SM
S-47	3,00-3,54	SPT	Grava y arena aluvial	100	100	100	100	100	96,7	93,7	86,0	80,7	60,4	46,2	12,1	8,1	39,6	52,3	8,1	0,0	0,0	0,0	SW WM
S-49	1,00-1,60	SPT	Grava y arena aluvial	100	100	100	100	100	88,3	76,2	51,1	48,8	42,2	36,4	25,6	14,6	57,8	27,6	14,6	17,3	12,4	4,9	GC-GM
S-50	1,00-1,60	MI	Grava y arena aluvial	100	100	100	100	100	100	80,7	79,4	73,8	64,0	54,0	32,8	24,1	36,0	40,0	24,1	33,9	22,8	11,1	SC
Número de ensayos				**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	
Máximo				**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**94**	**86**	**81**	**64**	**54**	**33**	**24,1**	**57,8**	**52,3**	**24,1**	**33,9**	**22,8**	**11,1**	
Mínimo				**100**	**100**	**100**	**100**	**96,1**	**72,0**	**72,0**	**51,1**	**48,8**	**42,2**	**36,4**	**12,1**	**8,1**	**36,0**	**27,6**	**8,1**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	
Promedio				**100**	**100**	**100**	**100**	**99**	**89,2**	**82,0**	**71,6**	**67,4**	**55,7**	**46,4**	**23,8**	**15,0**	**44,3**	**40,6**	**15,0**	**13,3**	**9,3**	**4,0**	
Mediana				**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**89**	**81**	**79**	**74**	**60,4**	**46,2**	**25,6**	**14,6**	**39,6**	**40,0**	**14,6**	**15,3**	**11,3**	**4,0**	
Desviación típica				**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**1,8**	**10,8**	**8,7**	**14,2**	**13,0**	**9,0**	**6,6**	**7,5**	**5,8**	**9,0**	**9,7**	**5,8**	**14,1**	**9,6**	**4,6**	
C. de variación				**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,1**	**0,1**	**0,2**	**0,2**	**0,2**	**0,1**	**0,3**	**0,4**	**0,2**	**0,2**	**0,4**	**1,1**	**1,0**	**1,1**	
Promedio - 0,5 D. típica				**100**	**100**	**100**	**100**	**98**	**83,8**	**77,7**	**64,5**	**60,9**	**51,2**	**43,1**	**20,1**	**12,2**	**39,8**	**35,8**	**12,2**	**6,2**	**4,5**	**1,7**	

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 26. Resultados de laboratorio. Identificación y estado natural. UG1. Sondeos campaña previa.

MUESTRA				GRANULOMETRÍAPOR TAMIZADO PASO TAMIZ UNE (%)							Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	Densidad seca	Humedad	Densidad aparente
Sondeo	Profundidad (m)	Litología	TIPO	40	20	10	5	2	0,4	0,08	%	%	%	LL	LP	IP		g/cm³	%	g/cm³
S-5	3,00-3,44	Grava y arena aluvial	MI-1	100	100	89,7	83,6	72,6	6,6	2,3	16,4	81,3	2,3	0,0	0,0	0,0	SP	1,55	2,8	1,59
S-10	6,00-6,45	Grava y arena aluvial	SPT-2	100	100	85,9	56,1	36,0	29,3	11,7	43,9	44,4	11,7	0,0	0,0	0,0	SP SM			
S-10	7,00-7,70	Grava y arena aluvial	MI-1	100	100	76,6	62,2	51,9	41,8	14,9	37,8	47,3	14,9	0,0	0,0	0,0	SM	1,71	12,1	1,92
S-19	9,00-9,60	Grava y arena aluvial	MI-3	100	86,5	71,3	65,6	61,4	23,9	6,4	34,4	59,2	6,4	0,0	0,0	0,0	SW-SM	2,10	8,1	2,27
S-20	3,25,345	Grava y arena aluvial	SPT-1	100	84,8	70,4	53,5	37,8	21,0	10,2	46,5	43,3	10,2	0,0	0,0	0,0	GP GM			
Número de ensayos				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		3	3	3
Máximo				100	100	89,7	83,6	72,6	41,8	14,9	47	81	15					2,10	12,1	2,27
Mínimo				100	84,8	70,4	53,5	36,0	6,6	2,3	16,4	43,3	2,3					1,55	2,8	1,59
Promedio				100	94,3	78,8	64,2	51,9	24,5	9,1	35,8	55,1	9,1					1,79	7,7	1,93
Mediana				100	100	76,6	62,2	51,9	23,9	10,2	37,8	47,3	10,2					1,71	8,1	1,92
Desviación típica				0,0	7,9	8,7	11,9	15,6	12,8	4,9	11,9	16,0	4,9					0,28	4,7	0,34
C. de variación				0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5					0,16	0,6	0,18
Promedio - 0,5 D. típica				100	90,3	74,4	58,3	44,2	18,1	6,7	29,9	47,1	6,7					1,65	5,3	1,76

En base a los resultados granulométricos obtenido en las muestras recuperadas del nivel en las diferentes campañas ejecutadas, se puede clasificar al nivel como una mezcla errática de arenas con gravas y gravas con arenas, con alguna intercalación puntual de arenas con algo de arcilla. La plasticidad del nivel es baja-nula con algún tramo localizado de plasticidad baja-media formada por arenas y arcillas.

12.2.3. Parámetros resistentes y deformacionales

Los parámetros resistentes se obtendrán a partir del análisis estadístico de los ensayos de campo, ya que la naturaleza granular y la heterogeneidad de esta unidad dificultó la toma de muestras adecuadas para tales ensayos. Las pocas muestras que se pudieron tomar no eran aptas para ensayarlas en el aparato de corte directo debido a la presencia de gravas.

Los ensayos SPT no se consideran la mejor opción en la estimación de la resistencia de esta unidad, debido que estos pueden estar mayorados por su elevado contenido en grava gruesa. Parece, por lo tanto, a priori, más adecuado obtener los parámetros resistentes y deformacionales a partir de los resultados de los ensayos presiométricos, mediante las correlaciones empíricas desarrolladas por diversos autores.

Tabla 27. Resultados de ensayos presiométricos. UG1. Sondeos campaña actual.

Sondeo	Cota ensayo (msnm)	Profundidad (m)	Litología	M. Presiométrico E_M (MPa)	Presión límite P_L (MPa)	M. Corte G (MPa)
S-41	369,35	3,0-3,5	Gravas (Terraza aluvial)	27,0	3,8	9,7
S-43	368,9	5,50-6,00	Gravas (Terraza aluvial)	58,9	5,3	21,4
	364,8	9,50-10,0	Gravas (Terraza aluvial)	63,0	3,9	12,9
S-45	368,85	3,00-3,50	Gravas (Terraza aluvial)	28,6	5,1	9,2
	366,35	5,50-6,00	Gravas (Terraza aluvial)	53,1	4,3	18,7

Tabla 28. Resultados de ensayos presiométricos. UG1. Sondeos campaña previa.

Sondeo	Cota ensayo (msnm)	Profundidad (m)	Litología	M. Presiométrico E_M (MPa)	Presión límite P_L (MPa)	M. Corte G (MPa)
S-4	365,3	6,70-7,20	Gravas (Terraza aluvial)	892	>30	327,2
S-5	365,7	6,80-7,30	Gravas (Terraza aluvial)	136,8	29	50,1

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Los ensayos presiométricos realizados para el ATI-100 arrojan unos valores, resultado de aplicar la media menos la mitad de la desviación típica (Schneider, H.R., *Definition and determination of characteristic soil properties*, 1997), de E_M = 37,5 MPa y una presión límite P_L = 4,1 MPa. El módulo de corte presiométrico tendría un valor de G = 11,6 MPa.

La correlación entre el módulo presiométrico E_M y el módulo edométrico E_m para un mismo estado tensional viene dada por la expresión desarrollada por Ménard y Rousseau (1962):

$$E_m = \frac{E_M}{\alpha}$$

Siendo α un coeficiente cuyos valores se toman de la tabla A-6.5 (Ministerio de Fomento, Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera, 2006), que es función del tipo de suelo y de la relación entre el módulo presiométrico y la presión límite del terreno (P_{lim}).

Tabla 29. Coeficiente σp para hallar el módulo edométrico.

TIPO DE SUELO	TURBA	ARCILLAS		LIMOS		ARENAS		ARENAS Y GRAVAS	
	α_P	E_M/P_{lim}	α_P	E_M/P_{lim}	α_P	E_M/P_{lim}	α_P	E_M/P_{lim}	α_P
Sobreconsolidado	—	>16	1	>14	2/3	>12	1/2	>10	1/3
Normalmente consolidado	1	9-16	2/3	8-14	1/2	7-12	1/3	6-10	1/4
Alterado o remoldeado	—	7-9	1/2	5-8	1/2	5-7	1/3	—	1/4

NOTA: En el caso de rocas se adoptan valores comprendidos entre α_P = 1/3 si está muy fracturada y α_P = 2/3 si está ligeramente fracturada.

Por tanto y según esta tabla se puede establecer un coeficiente α_p de 1/4 para casos de gravas normalmente consolidadas. El módulo edométrico obtenido es de:

E_m = 37,5/(1/4) = 150 MPa.

Aplicando esta expresión se obtiene un módulo edométrico Em =150 MPa. Para obtener el módulo de Young a partir del módulo edométrico, se aplica la siguiente expresión:

$$E_S = \frac{E_m(1+\nu)\cdot(1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

Donde ν es el coeficiente de Poisson, que de acuerdo con el CTE (tabla D-24) puede adoptar para gravas un valor de 0,3. Para un módulo edométrico de 150 MPa y un coeficiente de Poisson ν = 0,3, el módulo de Young toma un valor $E_s \approx$ 110 MPa.

Para la obtención del ángulo de rozamiento, es posible aplicar la correlación empírica entre la presión límite PL y el ángulo de rozamiento interno ϕ propuesta por Baguelin et al. (1978) la cual se muestra en la siguiente figura:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

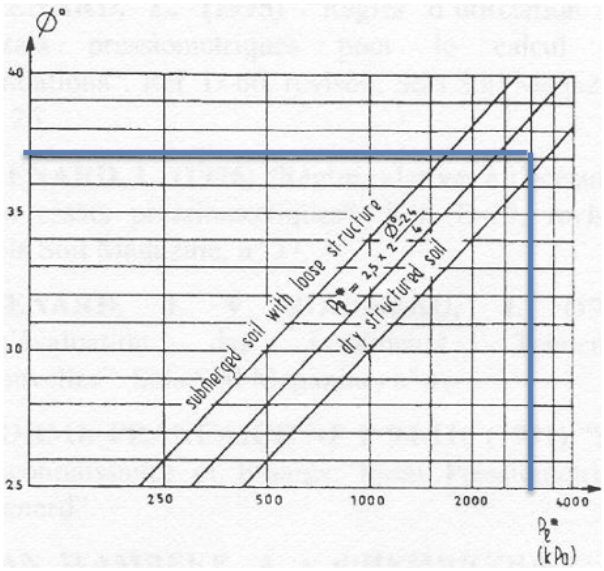


Figura 22. Estimación del ángulo de rozamiento a partir de la presión límite.

Aplicando la anterior correlación empírica se puede atribuir para el nivel unos valores de ángulo de rozamiento interno (φ') de 37°.

Respecto a la cohesión del conglomerado, no ha podido obtenerse directamente mediante ensayos de campo o laboratorio, aunque la cementación de esta terraza se ha constatado visualmente en los numerosos afloramientos observados en la zona de estudio, si bien en menor grado que en el ATI-24. Por ese motivo se le atribuye un cierto comportamiento cohesivo, a pesar de haberse recuperado en los sondeos como un material predominantemente granular suelto, disgregado por la propia corona de perforación durante el avance de los sondeos. A efectos orientativos se propone el dato suministrado en la siguiente tabla, extraída de la ROM-05, para gravas densas, incrementando ligeramente su cohesión para contemplar su cementación variable:

Tabla 30. Tabla de parámetros orientativos. ROM05.

Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas

	Tipo de suelos	Compacidad	Índice de poros (2)	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento (ϕ^0)	Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos granulares (1)	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45	100	10^{-2}
		Media	0,35	0	40	50	
		Floja	0,45	0	35	20	
		Muy floja	0,60	0	30	10	
	Gravas y arenas con algo de limos y/o arcillas (5-10%) (4)	Densa	0,20	10	40	50	10^{-3}
		Media	0,30	5	35	20	
		Floja	0,40	2	30	10	
		Muy floja	0,60	0	27	5	
	Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) (4)	Densa	0,15	20	35	50	10^{-4}
		Media	0,25	10	30	20	
		Floja	0,35	5	27	10	
		Muy floja	0,50	0	25	5	

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

12.2.4. Coeficiente de permeabilidad.

De los ensayos de permeabilidad in situ realizados, se deduce un coeficiente de permeabilidad medio para esta unidad de 6,54E-4 cm/s (6,54E-6 m/s):

Tabla 31. Coeficientes de permeabilidad para la UG1.

Sondeo	Profundidad (m)	Permeabilidad K (cm/s)	Material ensayado
S-40	3,00-4,00	6,24E-05	Conglomerado terraza
S-42	1,50-2,00	9,31E-05	Conglomerado terraza
S-42	4,50-5,00	2,48E-04	Conglomerado terraza
S-46	3,00-3,80	1,17E-03	Conglomerado terraza
S-46	6,00-6,60	1,36E-03	Conglomerado terraza
S-47	4,00-5,00	7,10E-04	Conglomerado terraza
S-47	7,00-8,00	3,14E-04	Conglomerado terraza
S-48	1,00-2,00	1,28E-03	Conglomerado terraza

Estos datos son coherentes con la litología, según se deduce de la comparativa con referencias bibliográficas como la anterior de la ROM-05 (ver tabla 30), o como la del siguiente ejemplo:

Tabla 32. Rango de valores habituales de coeficiente de permeabilidad para distintos tipos de suelos (Vallejo 2002).

Tipo de suelo	Coeficiente de permeabilidad K (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	≥ 1
Grava uniforme (GP)	0,2-1
Grava bien graduada (GW)	0,05-0,3
Arena uniforme (SP)	$5x10^{-3}$ - 0,2
Arena bien graduada (SW)	10^{-3} - 0,1
Arena limosa (SM)	10^{-3} - $5x10^{-3}$
Arena arcillosa (SC)	10^{-4} - 10^{-3}
Limo de baja plasticidad (ML)	$5x10^{-5}$ - 10^{-4}
Arcillas de baja plasticidad (CL)	10^{-5} - 10^{-8}

12.2.5. Tabla resumen. Parámetros asignados a la UG1.

En la siguiente tabla se resumen los parámetros resistentes y deformacionales obtenidos para la unidad geotécnica 1 (Conglomerados):

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 33. Parámetros característicos asignados a UG1.

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS ASIGNADOS	UG-1, CONGLOMERADOS. TERRAZA ALUVIAL
Cohesión efectiva, c´(kPa)	20
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	37
Peso específico aparente γ (kN/m³)	17,5
Resistencia al corte sin drenaje C_U (MPa)	-
Módulo de Young, E_s (MPa)	110
Coeficiente de Poison ν	0,3
Módulo presiométrico E_M (MPa)	37,5
Presión límite P_L (MPa)	4,1
C. de Permeabilidad K (m/s)	6,54E-6

12.3. UG-2. Paquete detrítico terciario.

Esta unidad está formada por depósitos terciarios de origen continental que constituyen el miembro detrítico *Los Isidros*, con una potencia de alrededor de 300m. Se formó a partir de varios ciclos fluviales originando depósitos detríticos entre los que predominan las arcillas y limos rojizos con intercalaciones de areniscas y conglomerados.

Atendiendo a su comportamiento geotécnico, en el sitio se divide esta unidad en dos subunidades: una superior (UG2-1), constituida por limos rojizos sobreconsolidados; y una inferior (UG2-2), formada por materiales de similar naturaleza, pero ya litificados en forma de limolitas, con intercalaciones de conglomerados y areniscas.

A continuación, se procede a la descripción detallada de cada uno de las subunidades anteriormente mencionadas y su parametrización de detalle:

12.3.1. UG-2.1 Limos areno arcillosos rojizos (UG 2.1_Li) con intercalación de conglomerados (UG 2.1_Co).

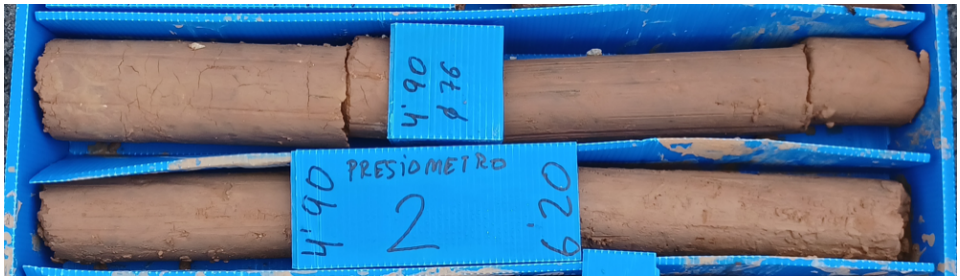
Esta subunidad aparece en todos los sondeos bajo el nivel superficial de terraza UG1. Forma parte del miembro superior *Los Isidros* de la Formación *Venta del Moro-Villatoya*, de edad Mioceno. En general se trata de suelos sobreconsolidados, margosos y ligeramente descomprimidos y alterados en el contacto con la unidad suprayacente. Aunque la composición es bastante homogénea, se detectan sensibles cambios granulométricos de facies, con términos algo más arenosos a otros más arcillosos.

Esta unidad presenta una intercalación intermedia de conglomerados sin cementar (UG2.1_Co), no identificadas en el ATI-24 (a excepción del sondeo 5). Esta diferencia sustancial con lo identificado en el estudio previo realizado para el ATI-24 es atribuible a la mayor cercanía al borde la de fosa y a los acentuados cambios laterales consecuencia de medios sedimentarios continentales de este tipo.

Estos limos de consistencia muy dura hacia muro se encuentran en el límite de litificación, por lo que pueden llegar a considerarse también como limolitas blandas.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



Fotografía 11. Detalle de la UG-2.1_Li, recuperada en el sondeo S-49.



Fotografía 12. Detalle de la transición de la UG-2.1_Li a la UG-2.1_Co, recuperada en el sondeo S-48.

El espesor promedio de UG2.1 es de unos 17 metros, con variaciones locales. A continuación, se muestra en la siguiente tabla la potencia identificada del nivel en cada uno de los sondeos:

Tabla 34. Delimitación geométrica de la unidad UG2.1 en cada sondeo.

Sondeo	Profundidad inicial (m)	Profundidad final (m)	Espesor (m)	Cota inicial (msnm)	Cota final (msnm)
S-40	6	20,7	14,7	366,6	351,9
S-41	6	20,7	14,7	367	352,3
S-42	7,2	17,8	10,6	366	355,4
S-43	9,9	26,7	16,8	364,7	347,9
S-44	5,9	25,4	19,5	366,4	346,9
S-45	6	20,2	14,2	366,2	352
S-46	7,4	19,6	12,2	365,7	353,5
S-47	9,2	28	18,8	364	345,2
S-48	4,5	19	14,5	363,3	348,8
S-49	2,2	15,9	13,7	365,3	351,6
S-50	2,5	12	9,5	365,2	355,7
S-4 (ATI24)	7,4	24	≥ 16,7	364,7	<348
S-5 (ATI24)	7,3	20,5	≥ 12	365,4	<343,7
S-9 (ATI24)	8,1	25,4	≥ 17,3	364,5	<339,1
S-10 (ATI24)	8,7	25	≥ 16,3	363,6	<347,3
S-18 (ATI24)	9,2	10,8	≥ 1,6	363,3	<352,5
S-19 (ATI24)	10,8	11,45	≥ 0,65	361,8	<350,35
S-20 (ATI24)	7	11,5	≥ 4,5	365,2	<353,7

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

El espesor promedio de UG2.1 es de unos 14,8 metros, con variaciones locales. Dentro de esta unidad UG2.1 se intercala la subunidad conglomerática UG2.1_Co. Esta subunidad puede presentarse como intercalaciones repetitivas de espesor cm-dm, pero también como una capa de mayor espesor correlacionable entre los diferentes sondeos. Al respecto de esta capa, a continuación, se muestra en la siguiente tabla la potencia identificada de UG2.1_Co en cada uno de los sondeos:

Tabla 35. Delimitación geométrica de la unidad UG2.1_Co en cada sondeo.

Sondeo	Profundidad inicial (m)	Profundidad final (m)	Espesor (m)	Cota inicial (msnm)	Cota final (msnm)
S-40	12,8	15,8	3	359,8	356,8
S-41	12,8	16,2	3,4	360,2	356,8
S-42	9,9	14,4	4,5	363,3	358,8
S-43	17,8	23,1	5,3	356,8	351,5
S-44	15,1	19	3,9	357,2	353,3
S-45	10	16,2	6,2	362,2	356
S-46	7,8	14,6	6,8	365,3	358,5
S-47	16,5	20,1	3,6	356,7	353,1
S-48	10,1	12,6	2,5	357,7	355,2
S-49	7,4	11,7	4,3	360,1	355,8
S-50	5,4	10,5	5,1	362,3	357,2

12.3.1.1. Identificación y estado natural.

El muestreo realizado en la unidad UG2.1 contempla sobre todo a los términos limo-arcillosos (UG2.1_Li) ya que la subunidad conglomerática intercalada (UG2.1_Co) no recupera muestra inalterada ni es apta para el parafinado de testigo. Por ello la mayor parte de los ensayos de laboratorio se realizan a la unidad limo-arcillosa, salvo algunas de transición, que pueden contener cantidades menores de grava y algo mayor de arenas.

En las siguientes tablas se incluyen los ensayos de identificación y estado realizados sobre las muestras tomadas en esta unidad en la campaña geotécnica realizada para el ATI-100 y los sondeos del lindero "este" realizados para la campaña geotécnica del ATI24 (S-4, S-5, S-10, S-18, S-19 y S-20):

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 36. Resultados de ensayos de identificación y estado natural en UG2.1_Li. Sondeos campaña actual.

MUESTRA				GRANULOMETRÍAPOR TAMIZADO PASO TAMIZ UNE (%)						Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	Peso específico	Densidad seca	Humedad	Densidad aparente	Grado de saturación
Sondeo	Profundidad (m)	TIPO	Litología	13	10	5	2	0,4	0,08	%	%	%	LL	LP	IP		g/cm³	g/cm³	%	g/cm³	%
S-40	7,00-7,25	MI	Limos arenosos																		
	8,60-9,00	TP	Limos arenosos	100	100	98,9	97,6	94,5	75,6	1,1	23,3	75,6	31,2	13,8	17,4	CL		2,02	12,8	2,28	
	9,00-9,40	MI	Limos arenosos	100	100	98,9	97,9	95,1	78,5	1,1	20,4	78,5	36,5	14,8	21,7	CL	2,60	1,81	13,6	2,06	81,0
	15,90-16,45	TP	Limos arenosos	100	96,1	91,2	88,3	83,6	64,2	8,8	27,1	64,2	25,0	12,7	12,3	CL	2,59	2,21	8,4	2,40	100
S-41	7,80-8,21	MI	Limos arenosos	100	100	98,5	97,4	91,3	66,5	1,5	31,9	66,5	32,3	14,1	18,2	CL	2,63	1,76	15,2	2,03	80,9
	11,80-12,15	TP	Limos arenosos	100	99,4	97,2	95,9	93,5	65,9	2,8	31,4	65,9	21,5	11,9	9,6	CL	2,78	1,93	13,2	2,18	83,3
	16,50-16,80	TP	Limos arenosos	100	96,0	94,5	93,4	89,8	70,7	5,5	23,8	70,7	29,8	13,3	16,5	CL		2,12	9,9	2,33	
S-42	14,60-15,00	TP	Limos arenosos	100	100	90,7	79,1	70,1	58,0	9,3	32,6	58,0	22,8	10,5	12,3	CL	2,67	2,23	8,1	2,41	100
	17,15-17,4	TP	Limos arenosos	100	93,3	83,3	75,4	69,3	50,0	16,7	33,3	50,0	20,9	11,9	9,0	CL	2,61	2,13	9,7	2,34	100
S-43	14,20-14,50	TP	Limos arenosos	100	100	99,6	98,9	94,4	74,0	0,4	25,6	74,0	25,9	12,4	13,5	CL	2,61	2,12	10,0	2,33	100
	18,50-18,80	TP	Limos arenosos	100	88,2	79,2	73,2	64,3	45,8	20,8	33,4	45,8	22,2	12,3	9,9	SC	2,67	2,18	8,4	2,36	99,8
S-44	6,60-7,11	MI	Limos arenosos	100	100	100	99,1	96,7	77,8	0,0	22,2	77,8	31,7	14,9	16,8	CL	2,61	1,83	14,3	2,09	87,6
	8,80-9,20	TP	Limos arenosos	100	100	98,7	97,6	94,0	58,3	1,3	40,3	58,3	21,7	12,3	9,4	CL		2,16	9,0	2,35	
	14,80-15,10	TP	Limos arenosos	100	100	92,6	85,7	77,3	58,4	7,4	34,2	58,4	25,2	12,4	12,8	CL		2,14	9,8	2,35	
	24,70-25,00	TP	Limos arenosos	100	100	99,4	98,0	94,3	76,3	0,6	23,1	76,3	25,6	14,2	11,4	CL		2,07	10,6	2,29	
S-45	6,00-6,25	MI	Limos arcillosos	100	100	99,6	99,1	95,7	80,2	0,4	19,4	80,2	38,5	16,5	22,0	CL	2,54	1,88	15,3	2,17	100
	7,70-8,24	MI	Limos arcillosos	100	100	99,9	99,8	99,4	97,8	0,1	2,1	97,8	45,2	18,6	26,6	CL	2,53	1,91	18,0	2,25	100
S-46	15,83-16,30	TP	Limos arcillosos															2,19	7,5	2,35	
S-47	9,30-9,83	MI	Limos arenosos	100	100	100	99,8	97,3	73,2	0,0	26,8	73,2	23,4	11,1	12,3	CL	2,63	2,04	13,2	2,31	100
	12,40-12,80	TP	Limos arcillosos	100	100	99,0	97,8	92,9	81,3	1,0	17,7	81,3	36,9	15,0	21,9	CL	2,61	1,98	13,4	2,25	100
	20,80-21,15	TP	Limos arenosos	100	93,4	88,1	86,0	83,9	73,4	11,9	14,7	73,4	28,9	14,8	14,1	CL	2,66	2,10	11,0	2,33	100
S-48	3,00-3,60	MI	Limos arenosos	100	100	100	97,3	92,0	62,7	0,3	37,0	62,7	20,0	10,6	9,4	CL	2,61	2,06	10,1	2,27	98,7
	5,70-6,00	TP	Limos arcillosos	100	100	97,6	94,3	90,8	83,5	2,4	14,1	83,5	42,8	16,9	25,9	CL		1,90	15,5	2,19	
	12,60-13,1	TP	Limos arcillosos	100	100	98,3	96,8	92,9	81,6	1,8	16,6	81,6	32,4	14,8	17,6	CL		2,06	11,7	2,30	
	16,40-16,70	TP	Limos cementados	100	84,4	63,4	52,6	46,7	27,7	36,6	35,7	27,7	0,0	0,0	0,0	GM		2,30	6,5	2,45	
S-49	3,20-3,71	MI	Limos arenosos	100	92,1	92,0	89,9	80,1	73,9	8,0	18,1	73,9	43,4	17,8	25,6	CL	2,61	1,82	16,1	2,11	96,8
	13,90-14,20	TP	Arena limosa	100	99,5	90,6	74,3	54,4	26,3	9,4	64,3	26,3	0,0	0,0	0,0	SM		2,31	5,8	2,44	
S-50	4,70-4,90	TP	Limos arenosos	100	99,0	91,8	88,1	83,6	61,8	8,2	30,0	61,8	22,6	11,2	11,4	CL	2,65	1,93	12,0	2,16	85,2
	11,10-11,40	TP	Limos arenosos	100	100	94	86,6	79,6	71,8	6,1	22,1	71,8	32,2	14,1	18,1	CL		1,84	17,5	2,16	
Número de ensayos				27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27		17	28	28	28	17
Máximo				100	100	100	100	99,4	97,8	36,6	64,3	97,8	45,2	18,6	26,6		2,78	2,31	18,0	2,45	100
Mínimo				100	84,4	63,4	52,6	46,7	26,3	0,0	2,1	26,3	0,0	0,0	0,0		2,53	1,76	5,8	2,03	80,87
Promedio				100	97,8	94,0	90,4	85,1	67,2	6,0	26,7	67,2	27,4	12,7	14,7		2,62	2,04	11,7	2,27	94,90
Mediana				100	100	97,6	95,9	91,3	71,8	2,4	25,6	71,8	25,9	13,3	13,5		2,61	2,06	11,4	2,30	100
Desviación típica				0,0	4,1	8,2	11,2	13,6	16,0	8,2	11,4	16,0	10,7	4,2	6,8		0,06	0,16	3,3	0,11	7,69
C. de variación				0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	1,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,5		0,02	0,08	0,3	0,05	0,08
Promedio - 0,5 D. típica				100	95,8	89,9	84,8	78,3	59,2	2,0	21,0	59,2	22,0	10,6	11,3		2,60	1,96	10,0	2,21	91,06

Tabla 37. Resultados de ensayos de identificación y estado natural en UG2.1_Li. Sondeos campaña previa.

MUESTRA				GRANULOMETRÍAPOR TAMIZADO PASO TAMIZ UNE (%)							Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	Peso específico	Densidad seca	Humedad	Densidad aparente	Grado de saturación
Sondeo	Profundidad (m)	Tipo	Litología	40	20	10	5	2	0,4	0,08	%	%	%	LL	LP	IP		g/cm³	g/cm³	%	g/cm³	%
S-4	8,80-9,20	TP-1	Limos arenosos	100	100	100	100	98,8	92,9	70,8	0,0	29,2	70,8	27,6	14,0	13,6	CL		1,89	13,6	2,15	
	12,80-13,10	TP-2	Limos arenosos	100	100	100	100	96,8	85,9	62,1	0,0	37,9	62,1	26,2	13,9	12,3	CL		1,85	13,2	2,09	
	15,80-16,15	TP-3	Limos arenosos	100	100	100	98,3	94,2	84,1	59,4	1,7	38,9	59,4	22,8	13,4	9,4	CL		2,17	9,5	2,38	
	19,40-19,80	TP-4	Limos arenosos	100	100	100	100	99,6	95,0	84,7	0,0	15,3	84,7	37,0	17,9	19,1	CL		1,88	16,0	2,18	
	23,30-23,60	TP-5	Limos arenosos	100	100	92,7	85,1	77,9	57,5	36,8	14,9	48,3	36,8	21,9	13,4	8,5	SC		2,20	4,3	2,29	
S-5	16,55-16,90	TP-3	Limos arenosos	100	100	100	98,2	95,7	86,7	63,9	1,8	34,3	63,9	27,3	14,2	13,1	CL		2,09	10,4	2,31	
S-9	10,50-10,80	TP-1	Limos arenosos	100	100	100	100	100	95,1	69,6	0,0	30,4	69,6	22,2	12,1	10,1	CL	2,53	2,09	9,5	2,29	100
	12,60-13,00	TP-2	Limos arenosos																2,20	9,5	2,41	
	15,00-15,27	MI-3	Limos arenosos	100	100	100	100	98,7	96,2	87,4	0,0	12,6	87,4	32,8	17,2	15,6	CL		1,96	14,4	2,24	
	21,80-22,10	TP-4	Limos arenosos	100	100	83,4	76,1	71,7	62,9	53,4	23,9	22,7	53,4	26,2	14,7	11,5	CL		2,12	9,8	2,33	
S-10	9,20-9,49	MI-2	Limos arenosos	100	100	100	100	98,3	96,6	74,1	0,0	25,9	74,1	28,1	13,7	14,4	CL	2,67	1,62	12,2	1,82	50,0
	13,00-13,38	MI-3	Arcilla limosa	100	100	100	100	96,0	92,6	89,2	0,0	10,8	89,2	50,0	22,7	27,3	CH	2,50	1,66	19,1	1,98	94,1
	16,50-16,80	TP-1	Limos arenosos	100	100	88,8	85,0	80,5	73,6	51,9	15,0	33,1	51,9	22,9	11,7	11,2	CL		2,13	15,1	2,45	
	20,30-20,70	TP-2	Limos arenosos	100	100	100	100	99,4	96,1	86,9	0,0	13,1	86,9	33,2	16,5	16,7	CL		1,46	17,9	1,72	
	22,20-22,50	TP-3	Limos arenosos																2,20	5,4	2,32	
S-18	10,50-10,80	TP-1	Limos arenosos																2,01	11,3	2,24	
S-20	7,10-7,70	MI-3	Limos arenosos																			
Número de ensayos				13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13		3	16	16	16	3
Máximo				100	100	100	100	100	96,6	89,2	23,9	48,3	89,2	50,0	22,7	27,3		2,67	2,20	19,1	2,45	100
Mínimo				100	100,0	83,4	76,1	71,7	57,5	36,8	0,0	10,8	36,8	21,9	11,7	8,5		2,50	1,46	4,3	1,72	50,0
Promedio				100	100,0	97,3	95,6	92,9	85,8	68,5	4,4	27,1	68,5	29,1	15,0	14,1		2,57	1,97	12,0	2,20	81,4
Mediana				100	100	100	100	97	93	70	0	29	70	27	14	13		2,53	2,05	11,8	2,27	94,1
Desviación típica				0,0	0,0	5,5	8,0	9,6	13,2	16,0	8,0	11,7	16,0	7,8	2,9	5,0		0,09	0,23	4,1	0,21	27,3
C. de variación				0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	1,8	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4		0,04	0,12	0,3	0,09	0,3
Promedio - 0,5 D. típica				100	100,0	94,6	91,6	88,1	79,2	60,5	0,4	21,3	60,5	25,2	13,6	11,6		2,52	1,86	9,9	2,10	67,7

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Hay que comentar, en primer lugar, y a la vista de los resultados, la buena integración y coincidencia de las propiedades en ambas campañas (ATI-24 y ATI-100).

Los ensayos de laboratorio ponen de manifiesto un comportamiento geotécnico de suelo cohesivo, la mayor parte del nivel está formado por fracción fina con porcentajes medios por encima del 65%, el resto de fracción lo compone arenas y residualmente en algunas muestras algo de grava con porcentajes generales por debajo del 10%. Se clasifica según USCS de manera generalizada como "CL", arcillas de baja plasticidad, con pasadas puntuales de tramos algo más arcillosos "CH" y/o arenas arcillosas "SC".

La plasticidad del nivel es media con índices de plasticidad medios de 14, los valores máximos de índice de plasticidad son de 26 por lo que no se han identificado niveles de alta plasticidad que puedan interferir de manera importante en el planteamiento futuro de los tipos de cimentaciones.

El peso específico de las partículas sólidas de este nivel en su estado natural varía entre 25,0 y 27,8 kN/m^3, siendo su valor característico (promedio menos mitad de la d.t.) de 26 kN/m^3. Por su parte, la densidad seca y aparente ofrecen valores característicos de 19,5 y 22 kN/m^3, respectivamente. Estos datos ofrecen alta semejanza con los obtenidos en la campaña para el ATI-24, siendo ligeramente más altos los obtenidos en la campaña actual.

La humedad natural de esta unidad es muy variable, se han ensayado muestras con humedades entre el 4 y el 19,1%, siendo su valor promedio del 12%. Los tramos con más contenido en arena presentan generalmente los valores más bajos de humedad. No existe una relación directa clara entre la humedad natural y la profundidad de las muestras, ya que algunas muestras tomadas a profundidades similares ofrecen valores dispares del grado de humedad, aunque sí se aprecia que, en líneas generales, las muestras menos húmedas son las de menor contenido en finos. El grado de saturación varía desde un 80% a un 100%.

12.3.1.2. Determinación del grado de consistencia a partir de N_{30} y q_u.

El análisis de consistencia de esta subunidad se puede estimar sobre la base de los ensayos de penetración estándar (SPT) realizados in situ, así como de ensayos de compresión simple realizados en laboratorio. En primer lugar, vemos los resultados de los SPT:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 38. Resultados de ensayos SPT en UG2.1_Li. Sondeos campaña actual.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	N_{30}
S-40	SPT-4	9,40-10,00	9-20-22-46	42
	SPT-5	12,10-12,30	45-5/50	R
	SPT-6	15,30-15,36	6/50	R
S-41	SPT-3	6,80-7,02	21-7/50	R
	SPT-4	8,21-8,75	16-24-42-9/50	66
	SPT-5	10,20-10,27	7/50	R
S-43	SPT-5	12,60-12,84	33-9/50	R
S-42	SPT-4	9,00-9,05	5/50	R
	SPT-5	12,00-12,03	3/50	R
	SPT-6	16,50-16,57	7/50	R
	SPT-7	25,20-25,34	14/50	R
S-44	SPT-3	7,11-7,65	12-22-44-9/50	66
	SPT-4	8,60-8,80	41-5/50	R
S-45	SPT-3	6,25-6,51	31-12/50	R
	SPT-4	8,24-9,30	26-7/50	R
S-46	SPT-4	9,24-9,27	3/50	R
	SPT-5	15,73-15,83	10/50	R
S-47	SPT-4	9,83-10,33	8-21-45-5/50	66
	SPT-5	12,09-12,21	12/50	R
	SPT-6	15,30-15,37	7/50	R
S-48	SPT-2	3,60-4,20	5-9-15-16	24
	SPT-3	6,44-6,94	10-19-39-9/50	58
	SPT-4	9,07-9,21	14/50	R
	SPT-5	14,90-15,00	10/50	R
S-49	SPT-2	3,71-4,27	11-14-34-11/50	48
	SPT-3	6,60-6,69	9/50	R
S-50	SPT-2	4,19-4,26	7/50	R
	SPT-3	7,00-7,22	45-7/50	R
	SPT-4	10,00-10,08	8/50	R
	SPT-5	12,05-12,15	10/50	R

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 39. Resultados de ensayos SPT en UG2.1_Li. Sondeos campaña previa

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo	N_{30}
S-4	SPT-4	7,60-7,85	31-10/50	R
	SPT-5	11,00-11,14	14/50	R
	SPT-6	14,60-14,71	11/50	R
	SPT-7	18,10-18,20	10/50	R
	SPT-8	21,70-21,80	10/50	R
S-5	SPT-5	10,60-10,88	27-13/50	R
	SPT-6	13,50-13,57	7/50	R
	SPT-7	16,50-16,55	5/50	R
	SPT-8	19,50-19,55	5/50	R
	SPT-9	20,50-20,54	4/50	R
	SPT-10	25,00-25,06	6/50	R
S-9	SPT-3	9,07-9,32	47-10/50	R
	SPT-4	15,27-15,72	14-19-36	58
	SPT-5	20,00-20,08	8/50	R
	SPT-6	23,00-23,24	43-9/50	R
	SPT-7	25,30-25,36	6/50	R
S-10	SPT-3	9,49-9,89	15-35-10/50	54
	SPT-4	10,50-10,58	8/50	R
	SPT-5	13,38-13,83	15-24-40	64
	SPT-6	15,00-15,45	16-32-48	80
	SPT-7	17,00-17,10	10/50	R
	SPT-8	20,00-20,12	12/50	R
	SPT-9	23,00-23,05	5/50	R
S-19	SPT-5	11,00-11,10	10/50	R
S-20	SPT-3	7,70-8,15	6-8-12	20
	SPT-4	10,00-10,25	35-10/50	R

En las tablas anteriores se observan los valores N_{SPT} obtenidos en el nivel UG-2.1. Se alcanzó rechazo generalizado en la mayoría de los ensayos realizados, aunque en tramos puntuales no se obtuvieron rechazo, estos tramos se consideran poco representativos de la consistencia de esta unidad en su conjunto.

Analizando la consistencia en base al número de golpes SPT y la correlación propuesta por Terzaghi y Peck en 1955 de las siguientes tablas:

Tabla 40. Consistencia / compacidad de suelos según SPT.

COHESIVOS

Consistencia	S_u (Kg/ cm^2)	N_{SPT}	Penetración con el dedo
Muy blanda	<0,125	< 2	Ninguna resistencia a la penetración
Blanda	0,125-0,25	2-4	Fácilmente penetrable con pulgar
Moderadamente firme	0,25-0,5	4-8	Penetrable con pulgar con cierto esfuerzo
Firme	0,5-1	8-15	Sólo penetrable con pulgar con gran esfuerzo
Muy firme	1-2	15-30	La uña se incrusta fácilmente
Dura	>2	> 30	La uña se incrusta con dificultad

GRANULARES

Compacidad	Golpeo SPT por 30 cm
Muy floja	≤ 4
Floja	5-10
Medianamente densa	11-30
Densa	31-50
Muy densa	>50

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Se determina para el subnivel UG2.1_Li una consistencia "dura", con N_{SPT} de 25 a más de 50 y con numerosos registros de rechazo, mientras que la subunidad UG2.1_Co registra una compacidad muy densa, con rechazo generalizado.

Los resultados de los ensayos de compresión simple sobre UG2.1_Li realizados sobre muestras tomadas en esta subunidad se muestran a continuación:

Tabla 41. Resultados de ensayos de compresión simple UG2.1_Li. Sondeos campaña actual.

MUESTRA				Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	R. Compresión Simple
Sondeo	Profundidad (m)	TIPO	Litología	%	%	%	LL	LP	IP		kg/cm²
S-40	8,60-9,00	TP	Limos arenosos	1,1	23,3	75,6	31,2	13,8	17,4	CL	3,80
	15,90-16,45	TP	Limos arenosos	8,8	27,1	64,2	25,0	12,7	12,3	CL	39,94
S-41	16,50-16,80	TP	Limos arenosos	5,5	23,8	70,7	29,8	13,3	16,5	CL	23,03
S-42	14,60-15,00	TP	Limos arenosos	9,3	32,6	58,0	22,8	10,5	12,3	CL	28,64
	17,15-17,4	TP	Limos arenosos	16,7	33,3	50,0	20,9	11,9	9,0	CL	10,61
S-43	14,20-14,50	TP	Limos arenosos	0,4	25,6	74,0	25,9	12,4	13,5	CL	37,03
	18,50-18,80	TP	Limos arenosos	20,8	33,4	45,8	22,2	12,3	9,9	SC	23,03
S-44	6,60-7,11	MI	Limos arenosos	0,0	22,2	77,8	31,7	14,9	16,8	CL	7,02
	8,80-9,20	TP	Limos arenosos	1,3	40,3	58,3	21,7	12,3	9,4	CL	16,73
	14,80-15,10	TP	Limos arenosos	7,4	34,2	58,4	25,2	12,4	12,8	CL	9,12
	24,70-25,00	TP	Limos arenosos	0,6	23,1	76,3	25,6	14,2	11,4	CL	14,14
S-45	6,00-6,25	MI	Limos arcillosos	0,4	19,4	80,2	38,5	16,5	22,0	CL	5,35
	7,70-8,24	MI	Limos arcillosos	0,1	2,1	97,8	45,2	18,6	26,6	CL	5,04
S-46	15,83-16,30	TP	Limos arcillosos								18,50
S-47	9,30-9,83	MI	Limos arenosos	0,0	26,8	73,2	23,4	11,1	12,3	CL	4,48
	12,40-12,80	TP	Limos arcillosos	1,0	17,7	81,3	36,9	15,0	21,9	CL	11,09
	20,80-21,15	TP	Limos arenosos	11,9	14,7	73,4	28,9	14,8	14,1	CL	24,80
S-48	5,70-6,00	TP	Limos arcillosos	2,4	14,1	83,5	42,8	16,9	25,9	CL	7,04
	12,60-13,1	TP	Limos arcillosos	1,8	16,6	81,6	32,4	14,8	17,6	CL	20,50
	16,40-16,70	TP	Limos cementados	36,6	35,7	27,7	0,0	0,0	0,0	GM	24,63
S-49	13,90-14,20	TP	Arena limosa	9,4	64,3	26,3	0,0	0,0	0,0	SM	38,65
S-50	4,70-4,90	TP	Limos arenosos	8,2	30,0	61,8	22,6	11,2	11,4	CL	0,54
	11,10-11,40	TP	Limos arenosos	6,1	22,1	71,8	32,2	14,1	18,1	CL	0,76
Número de ensayos				**27**	**27**	**27**	**27**	**27**	**27**		**23**
Máximo				**36,6**	**64,3**	**97,8**	**45,2**	**18,6**	**26,6**		**39,94**
Mínimo				**0,0**	**2,1**	**26,3**	**0,0**	**0,0**	**0,0**		**0,54**
Promedio				**6,0**	**26,7**	**67,2**	**27,4**	**12,7**	**14,7**		**16,28**
Mediana				**2,4**	**25,6**	**71,8**	**25,9**	**13,3**	**13,5**		**14,14**
Desviación típica				**8,2**	**11,4**	**16,0**	**10,7**	**4,2**	**6,8**		**12,09**
C. de variación				**1,3**	**0,4**	**0,2**	**0,4**	**0,3**	**0,5**		**0,74**
Promedio - 0,5 D. típica				**2,0**	**21,0**	**59,2**	**22,0**	**10,6**	**11,3**		**10,24**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 42. Resultados de ensayos de compresión simple UG2.1_Li. Sondeos campaña previa.

MUESTRA				Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	R. Compresión Simple
Sondeo	Profundidad (m)	Tipo	Litología	%	%	%	LL	LP	IP		kg/cm²
S-4	8,80-9,20	TP-1	Limos arenosos	0,0	29,2	70,8	27,6	14,0	13,6	CL	3,6
	12,80-13,10	TP-2	Limos arenosos	0,0	37,9	62,1	26,2	13,9	12,3	CL	8,0
	15,80-16,15	TP-3	Limos arenosos	1,7	38,9	59,4	22,8	13,4	9,4	CL	22,9
	19,40-19,80	TP-4	Limos arenosos	0,0	15,3	84,7	37,0	17,9	19,1	CL	5,2
	23,30-23,60	TP-5	Limos arenosos	14,9	48,3	36,8	21,9	13,4	8,5	SC	21,9
S-5	16,55-16,90	TP-3	Limos arenosos	1,8	34,3	63,9	27,3	14,2	13,1	CL	20,2
S-9	12,60-13,00	TP-2	Limos arenosos								3,0
	15,00-15,27	MI-3	Limos arenosos	0,0	12,6	87,4	32,8	17,2	15,6	CL	10,8
	21,80-22,10	TP-4	Limos arenosos	23,9	22,7	53,4	26,2	14,7	11,5	CL	17,3
S-10	9,20-9,49	MI-2	Limos arenosos	0,0	25,9	74,1	28,1	13,7	14,4	CL	2,4
	13,00-13,38	MI-3	Arcilla limosa	0,0	10,8	89,2	50,0	22,7	27,3	CH	4,9
	16,50-16,80	TP-1	Limos arenosos	15,0	33,1	51,9	22,9	11,7	11,2	CL	17,2
	22,20-22,50	TP-3	Limos arenosos								70,1
S-18	10,50-10,80	TP-1	Limos arenosos								2,2
Número de ensayos				13	13	13	13	13	13		14
Máximo				23,9	48,3	89,2	50,0	22,7	27,3		70,1
Mínimo				0,0	10,8	36,8	21,9	11,7	8,5		2,2
Promedio				4,4	27,1	68,5	29,1	15,0	14,1		15,0
Mediana				0	29	70	27	14	13		9,4
Desviación típica				8,0	11,7	16,0	7,8	2,9	5,0		17,6
C. de variación				1,8	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4		1,2
Promedio - 0,5 D. típica				0,4	21,3	60,5	25,2	13,6	11,6		6,1

A continuación, se muestra gráficamente los valores de compresión simple obtenidos, en función de la cota de toma de la muestra:

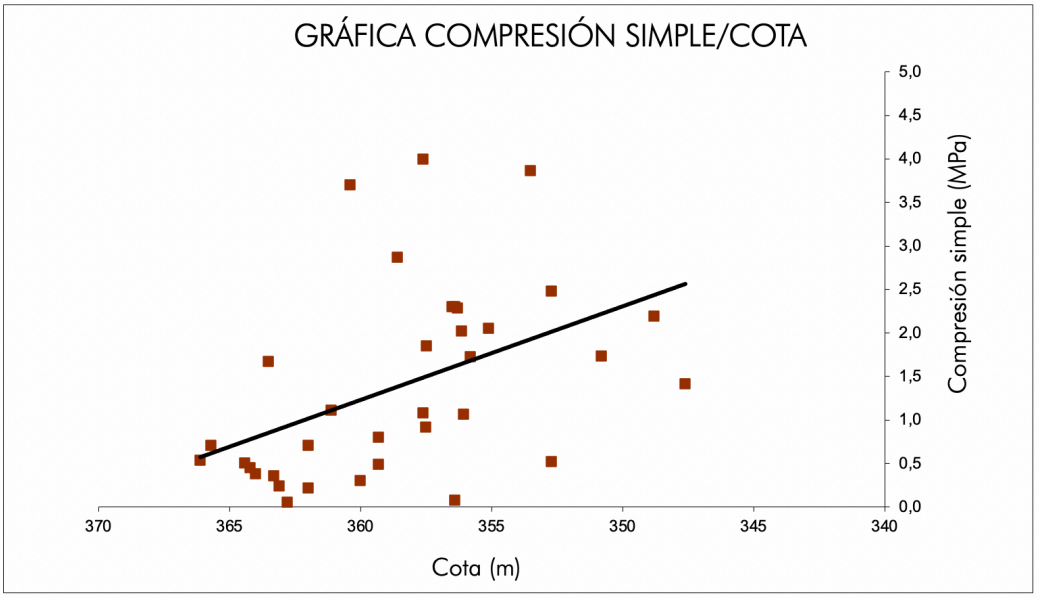


Figura 23. Gráfica de resultados de compresión simple vs cota.

Se observa una tendencia a aumentar el valor de la resistencia a compresión a medida que desciende la cota, en aproximadamente x5 en unos 25 m de profundidad.

Adicionalmente y disponiendo de los ensayos de compresión simple realizado sobre las muestras tomadas en campo se evaluará la consistencia del nivel a partir de los valores de compresión simple del material. Dicha evaluación se puede realizar a partir de la tabla D.3 recogida en el CTE-DB-SE-C:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 43. Tabla de consistencia de arcillas según compresión simple

Tabla D.3. Consistencia de las arcillas

Clasificación	Resistencia a compresión simple q_u (kPa)
Muy blanda	0-25
Blanda	25-50
Media	50-100
Firme	100-200
Muy firme	200-400
Dura	> 400

En base a lo anterior y considerando para el subnivel un valor medio de resistencia a compresión, en base a las medias de las diferentes campañas geotécnicas realizadas, de en torno a 1500 kPa, se determina un valor de consistencia de "dura".

Los resultados a compresión muestran una gran dispersión, de modo que para establecer una media de compresión más representativa del nivel se ha analizado los valores promedio obtenidos en cada campaña:

- ATI-100: valor promedio de resistencia a compresión de 1620 kPa (16,28 kg/cm^2).
- ATI-24: valor promedio de resistencia a compresión de 1466kPa (14,95 kg/cm^2).

Realizando el promedio en base a las dos campañas realizadas (ATI-24 y ATI-100) después de omitir los valores obtenidos en S-50*, anómalamente bajos, y restando a dicho promedio la mitad de la desviación típica (percentil 30), se obtiene como valor de resistencia a compresión simple característico para el nivel de 950kPa.

*El sondeo S-50 se perforó en su totalidad con batería simple, lo que ofreció un muestreo parafinado de peor calidad, con una humedad natural por encima del resto, lo que ha redundado en un comportamiento plástico en la rotura a compresión simple, diferente a lo observado en el resto de los sondeos.

12.3.1.3. Parámetros de resistencia al corte.

Los parámetros resistentes se obtendrán a partir del análisis estadístico de los ensayos de campo y laboratorio efectuados sobre muestras tomadas en esta subunidad geotécnica.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de las correlaciones existentes para la obtención de parámetros resistentes a partir de ensayos de penetración han sido desarrolladas para su aplicación en suelos granulares, por lo tanto, los resultados obtenidos deben tomarse con ciertas reservas en el caso de su aplicación a suelos cohesivos, por lo tanto los ensayos SPT no se consideran la mejor opción en la estimación de la resistencia de esta unidad de naturaleza cohesiva, aunque los resultados obtenidos en estos ensayos denotan que se trata de una unidad competente y de baja deformabilidad, de consistencia dura.

Se han realizado en la actual campaña del ATI 100, un total de siete (7) ensayos de corte directo consolidado y drenado sobre muestras tomadas en la subunidad geotécnica de limos areno-arcillosos UG-2.1_Li.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 44. Resultados de ensayos UG2.1_Li. Cortes directos. Sondeos campaña actual.

MUESTRA				Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	Corte Directo			
											Tipo	c kp/cm²	ϕ (º)	tan ϕ (º)
Sondeo	Profundidad (m)	TIPO	Litología	%	%	%	LL	LP	IP					
S-40	9,00-9,40	MI	Limos arenosos	1,1	20,4	78,5	36,5	14,8	21,7	CL	CD	0,31	40,10	0,84
S-41	7,80-8,21	MI	Limos arenosos	1,5	31,9	66,5	32,3	14,1	18,2	CL	CD	0,78	27,70	0,52
	11,80-12,15	TP	Limos arenosos	2,8	31,4	65,9	21,5	11,9	9,6	CL	CD	0,00	45,30	1,01
S-44	6,60-7,11	MI	Limos arenosos	0,0	22,2	77,8	31,7	14,9	16,8	CL	CD	1,18	28,80	0,55
S-47	9,30-9,83	MI	Limos arenosos	0,0	26,8	73,2	23,4	11,1	12,3	CL	CD	0,35	38,10	0,78
S-48	3,00-3,60	MI	Limos arenosos	0,3	37,0	62,7	20,0	10,6	9,4	CL	CD	1,33	15,40	0,28
S-49	3,20-3,71	MI	Limos arenosos	8,0	18,1	73,9	43,4	17,8	25,6	CL	CD	0,77	26,50	0,50
Número de ensayos				**26**	**26**	**26**	**26**	**26**	**26**		**7**	**7**	**7**	**7**
Máximo				**20,8**	**64,3**	**97,8**	**45,2**	**18,6**	**26,6**			**1,33**	**45,3**	**1,01**
Mínimo				**0,0**	**2,1**	**26,3**	**0,0**	**0,0**	**0,0**			**0,00**	**15,4**	**0,28**
Promedio				**4,9**	**26,4**	**68,8**	**28,4**	**13,2**	**15,2**			**0,67**	**31,7**	**0,64**
Mediana				**2,1**	**24,7**	**72,5**	**27,4**	**13,6**	**13,8**			**0,77**	**28,80**	**0,55**
Desviación típica				**5,5**	**11,5**	**14,2**	**9,4**	**3,4**	**6,3**			**0,48**	**10,11**	**0,25**
C. de variación				**1,1**	**0,4**	**0,2**	**0,3**	**0,3**	**0,4**			**0,72**	**0,32**	**0,39**
Promedio - 0,5 D. típica				**2,1**	**20,6**	**61,7**	**23,7**	**11,5**	**12,1**			**0,43**	**26,64**	**0,52**

Adicionalmente a los ensayos de corte directo realizados en los sondeos de la actual campaña, se añaden como complemento los realizados en los sondeos del lindero "este" realizados para la campaña geotécnica del ATI-24 (S-4, S-5, S-10, S-18, S-19 y S-20):

Tabla 45. Resultados de ensayos UG2.1_Li. Cortes directos. Sondeos campaña previa.

MUESTRA				Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	Corte Directo			
											Tipo	c kp/cm²	ϕ (º)	tan ϕ (º)
Sondeo	Profundidad (m)	Tipo	Litología	%	%	%	LL	LP	IP					
S-10	9,20-9,49	MI-2	Limos arenosos	0,0	25,9	74,1	28,1	13,7	14,4	CL	CD	0,45	36,1	0,73
	20,30-20,70	TP-2	Limos arenosos	0,0	13,1	86,9	33,2	16,5	16,7	CL	CD	0,51	24,5	0,46
Número de ensayos				13	13	13	13	13	13			2	2	2
Máximo				23,9	48,3	89,2	50,0	22,7	27,3			0,51	36,1	0,73
Mínimo				0,0	10,8	36,8	21,9	11,7	8,5			0,45	24,5	0,46
Promedio				4,4	27,1	68,5	29,1	15,0	14,1			0,48	30,3	0,59
Mediana				0	29	70	27	14	13			0,48	30,3	0,59
Desviación típica				8,0	11,7	16,0	7,8	2,9	5,0			0,04	8,2	0,19
C. de variación				1,8	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4			0,09	0,3	0,33
Promedio - 0,5 D. típica				0,4	21,3	60,5	25,2	13,6	11,6			0,46	26,2	0,50

Una vez más, se comprueba la semejanza entre los resultados de ambas campañas ATI.

Los valores de cohesión y ángulo de fricción, del nivel se establece a partir de los valores promedios de cada ATI, aplicando a estos promedios la resta de la mitad de la desviación típica, de este modo se establecen los siguientes valores de referencia para el nivel:

Cohesión efectiva: $c' = 45$ kPa

Tangente del ángulo de rozamiento = 0,50-0,52 (0,51).

Fricción efectiva (*): $\varphi' = \text{atan}0{,}51 = 27{,}0°$

* En el caso del ángulo de rozamiento se opera con las tangentes, según pauta el EC-7.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

El valor característico de resistencia a compresión del subnivel ya se definió en párrafos anteriores, el valor de resistencia al corte sin drenaje se estima como la mitad del valor de la resistencia a compresión:

Resistencia a compresión simple: $q_u = 950$ kPa

Resistencia al corte sin drenaje: $c_u = 475$ kPa

Los parámetros resistentes obtenidos muestran valores intermedios entre un suelo cohesivo duro y una roca blanda. Se puede considerar por tanto un nivel intermedio entre unos limos arcillosos (puntualmente arcilla limosa) y una limolita.

12.3.1.4. Parámetros deformacionales.

Teniendo en cuenta las características pétreas del nivel se ha obtenido el módulo de deformación mediante el MR (Modulus Ratio), que relaciona el módulo de deformación con la resistencia a compresión simple:

$E_m = j * q_u * MR$

Donde:

- MR: Modulus Ratio, de acuerdo con Roclab, para el nivel se adopta un valor de 200, valor intermedio entre los Modulus Ratio de limolitas y lutitas.
- J: factor de reducción siempre $\leq$ 1, representa la separación de fractura en metros, para el caso particular del subnivel no se observan fracturas por lo que se considera un valor de J=1.

Aplicando lo anterior (1,0*950*200) se obtiene un valor de E_m de 190MPa

Adicionalmente se ha comparado el valor con el proporcionado por el CTE (tabla F.2) para arcilla duras, con IP<30, considerando un OCR de 3-5.

Tabla 46. Relación módulo de elasticidad con IP y grado de sobreconsolidación. CTE-SE-C.

Tabla F.2. Estimación del módulo de elasticidad sin drenaje de arcillas sobreconsolidadas.

Rango de sobreconsolidación	E_u/c_u		
	IP < 30	30 < IP < 50	IP > 50
< 3	800	350	150
3 – 5	600	250	100
> 5	300	130	50

Se establece, por tanto, una relación de Eu = 600Cu, si bien se minora ligeramente debido a que algunas muestras sobrepasan el valor IP de 30:

$E_u = 500 * C_U$

A partir de módulo no drenado, se obtiene en drenado para situaciones elásticas:

$E_s = E_u \cdot (1+\nu) / 1{,}5$; v es el coeficiente de Poisson, que de acuerdo con el CTE (tabla D.24 del DB-SE-C) puede adoptar para arcillas duras preconsolidadas un valor de 0,33. Operando se obtiene:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

$E_s \approx 210MPa$

Además, al disponer de los resultados de los presiómetros realizados en campo durante la campaña del ATI100 y complementados con los presiómetros realizados en los sondeos del lindero "este" realizados para la campaña geotécnica del ATI-24 (S-4, S-5, S-10, S-18, S-19 y S-20):

Tabla 47. Resultados de parámetros presiométricos. UG2.1_Li. Sondeos campaña actual

Sondeo	Cota ensayo (msnm)	Profundidad (m)	Litología	Unid. Geot.	M. Presiométrico E_M (MPa)	Presión límite P_L (MPa)	M. Corte G (MPa)
S-41	366,1	6,20-6,80	Limos arcillosos	UG2-1	51,28	8,5	18,42
	362,6	9,70-10,20	Limos arcillosos	UG2-1	234,07	8,3	84,22
	341,15	20,1-20,60	Limos arcillosos	UG2-1	521,68	>30	174
S-43	362,4	12,90-13,50	Limos arenosos	UG2-1	558,13	13	196,6
	350,35	24,00-24,50	Limos arcillosos	UG2-1	273,07	13	100,22
S-45	361,65	10,20-10,80	Limos arcillosos	UG2-1	332,87	19,2	115,19
S-49	362,15	5,00-5,50	Limos arcillosos	UG2-1	136,63	7,5	49,14

Tabla 48. Resultados de parámetros presiométricos. UG2.1_Li. Sondeos campaña previa

Sondeo	Cota ensayo (msnm)	Profundidad (m)	Litología	Unid. Geot.	M. Presiométrico E_M (MPa)	Presión límite P_L (MPa)	M. Corte G (MPa)
S-9	363,1	9,90-10,40	Limos arenosos	UG2-1	234,9	15,8	85,54
S-20	362,4	10,60-11,30	Limos arenosos	UG2-1	148,8	6,69	54,91

Los resultados obtenidos muestran una importante dispersión, por lo que para el análisis estadístico se obviaran los valores extremos. Una vez despreciados los valores extremos se considera como valor característico de modulo presiométrico el valor obtenido a partir del promedio menos la mitad de la desviación estándar, obteniendo por tanto un E_M característico para la subunidad de E_M = 170 MPa. La presión límite resulta en un valor de 9 MPa y el módulo de corte G = 60 MPa.

La correlación entre el módulo presiométrico E_M y el módulo edométrico E_m para un mismo estado tensional viene dada por la expresión desarrollada por Ménard y Rousseau (1962):

$$E_m = \frac{E_M}{\alpha}$$

Siendo α =1/2 a 2/3 para suelos limosos en función de su rango de consolidación (en este caso, intermedio). Aplicando esta expresión con un valor promedio de α se obtiene un módulo edométrico

E_m = 170/0,583 = 291,6 MPa.

Para obtener el módulo de Young a partir del módulo edométrico, se aplica la siguiente expresión:

$$E_S = \frac{E_m(1+\nu)\cdot(1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Donde v es el coeficiente de Poisson, que de acuerdo con el CTE (tabla D-24) puede adoptar para arcillas duras preconsolidadas un valor de 0,33. Para un módulo edométrico de 291,6 MPa y un coeficiente de Poisson v = 0,33, el módulo de Young toma un valor $E_s \approx 196$ MPa.

Este valor obtenido es similar en orden de magnitud que el obtenido a partir de los ensayos de compresión simple ($E_S \approx 210$ MPa). Se considerará, por tanto, como valor característico **$E_s \approx$ 200 MPa**.

12.3.1.5. Parámetros edométricos.

Se han realizado 4 ensayos de consolidación en edómetro, con los siguientes resultados, obtenidos de la interpretación de las curvas edométricas y de consolidación:

Tabla 49. Resultados de ensayos de consolidación. UG2.1_Li.

MUESTRA				Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	Consolidación					
											Índice de compresión	Índice de hinchamiento	Í. de huecos inicial	P. de preconsol.	C. consol. Cv	OCR Aprox
Sondeo	Profundidad (m)	TIPO	Litología	%	%	%	LL	LP	IP		Cc	Cs	e_0	σ_p (kg/cm^2)	cm^2/s	
S-41	7,80-8,21	MI	Limos arenosos	1,5	31,9	66,5	32,3	14,1	18,2	CL	0,045	0,005	0,33	2,50	5,38E-04	1,6
	11,80-12,15	TP	Limos arenosos	2,8	31,4	65,9	21,5	11,9	9,6	CL	0,075	0,009	0,40	1,20	3,60E-04	0,5
S-48	3,00-3,60	MI	Limos arenosos	0,3	37,0	62,7	20,0	10,6	9,4	CL	0,056	0,006	0,37	2,00	4,46E-04	2,9
S-49	3,20-3,71	MI	Limos arenosos	8,0	18,1	73,9	43,4	17,8	25,6	CL	0,071	0,019	0,42	1,50	3,64E-04	2,2
Número de ensayos				**26**	**26**	**26**	**26**	**26**	**26**		**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**
Máximo				**20,8**	**64,3**	**97,8**	**45,2**	**18,6**	**26,6**		**0,075**	**0,019**	**0,424**	**2,50**	**5,38E-04**	**2,94**
Mínimo				**0,0**	**2,1**	**26,3**	**0,0**	**0,0**	**0,0**		**0,045**	**0,005**	**0,325**	**1,20**	**3,60E-04**	**0,47**
Promedio				**4,9**	**26,4**	**68,8**	**28,4**	**13,2**	**15,2**		**0,062**	**0,010**	**0,380**	**1,80**	**4,27E-04**	**1,80**
Mediana				**2,1**	**24,7**	**72,5**	**27,4**	**13,6**	**13,8**		**0,064**	**0,008**	**0,386**	**1,75**	**4,05E-04**	**1,90**
Desviación típica				**5,5**	**11,5**	**14,2**	**9,4**	**3,4**	**6,3**		**0,014**	**0,007**	**0,043**	**0,57**	**8,38E-05**	**1,05**
C. de variación				**1,1**	**0,4**	**0,2**	**0,3**	**0,3**	**0,4**		**0,224**	**0,676**	**0,112**	**0,32**	**1,96E-01**	**0,58**
Promedio - 0,5 D. típica				**2,1**	**20,6**	**61,7**	**23,7**	**11,5**	**12,1**		**0,055**	**0,006**	**0,359**	**1,51**	**3,85E-04**	**1,28**

Se puede deducir un valor aproximado de OCR para el conjunto de la unidad de entre 1,5 y 3, resultando el valor de 0,5 poco razonable, dada la litogénesis de este depósito miocénico.

La obtención de los coeficientes de consolidación (Cv) y la presión de preconsolidación mediante el método de Casagrande, se detallan en el anejo de laboratorio, posteriormente a las actas de ensayos. Para el coeficiente de consolidación, se toman para cada ensayo los escalones de 300, 600 y 1200 kPa, donde la lectura es más clara y el patrón de las curvas está mejor definido, y se realiza una media.

Se obtienen valores bastante homogéneos, con la salvedad del ensayo en S-49, donde se obtiene una curva de compresión con una rama inicial donde el suelo no entra en diminución de volumen hasta los 150 kPa (presión de preconsolidación).

La presión de preconsolidación promedio obtenida de los 4 ensayos es de 180 kPa.

Mediante este resultado se puede tener una idea cualitativa de la compresibilidad (baja, en este caso):

Tabla 50. Compresibilidad según Cc

Compresibilidad (Carlos Crespo, 2005)	
Baja.	Cc = 0,00 – 0,19
Media.	Cc = 0,20 – 0,39
Alta.	Cc ≥ 40

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Vistos los resultados de compresión, se pueden considerar datos de presión de preconsolidación de entre 150 y 280 kPa para profundidades de entre 3 y 7 m. La presión vertical efectiva a tales profundidades es de aproximadamente 50-120 kPa, lo que resulta en un OCR de 1,5-3.

12.3.1.6. Potencial expansivo.

Además de los ensayos de consolidación unidimensional, donde no se registra hinchamiento apreciable tras el sumergimiento de las muestras previo al inicio del ensayo, el potencial expansivo del terreno se puede determinar de forma directa mediante ensayos de presión de hinchamiento realizados en edómetro, de los que se han realizado dos en la actual campaña, además de otros dos la campaña para el ATI-24, tomados como complementarios:

Tabla 51. Resultados de ensayos de hinchamiento. Sondeos campaña actual ATI-100 (S-41 y S48) y campaña previa ATI-24 (S-9 y S-16).

MUESTRA				Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	Humedad	Grado de saturación	Presión de Hinchamiento	Hinchamiento libre
Sondeo	Profundidad (m)	TIPO	Litología	%	%	%	LL	LP	IP		%	%	kg/cm²	%
S-41	7,80-8,21	MI	Limos arenosos	1,5	31,9	66,5	32,3	14,1	18,2	CL	15,2	80,9	0,10	0,20
S-48	3,00-3,60	MI	Limos arenosos	0,3	37,0	62,7	20,0	10,6	9,4	CL	10,1	98,7	0,20	0,50
S-9	10,50-10,80	TP-1	Limos arenosos	0,0	30,4	69,6	22,2	12,1	10,1	CL	9,5	100	0,35	
S-16	8,10-8,35	TP-1	Limos arenosos	0,0	27,4	72,6	25,4	13,1	12,3	CL	13,2		0,10	
Número de ensayos				**28**	**28**	**28**	**28**	**28**	**28**		**29**	**18**	**4**	**2**
Máximo				**20,8**	**64,3**	**97,8**	**45,2**	**18,6**	**26,6**		**18,0**	**100**	**0,35**	**0,50**
Mínimo				**0,0**	**2,1**	**26,3**	**0,0**	**0,0**	**0,0**		**5,8**	**80,87**	**0,10**	**0,20**
Promedio				**4,5**	**26,6**	**68,9**	**28,1**	**13,1**	**14,9**		**11,8**	**95,19**	**0,19**	**0,35**

Para determinar el grado de la expansividad hay diversas tablas en función del límite líquido, índice de plasticidad, presión de hinchamiento, etc. A continuación, se expone una de las más habituales:

Tabla 52. Criterios para clasificar el grado de expansividad.

Criterios de expansividad según González de Vallejo (2002)						
Grado	Grado de expansión	% Pasa por Tamiz 200	Límite líquido	Índice Lambe (MPa)	Presión de Hinchamiento (kg/cm²)	Hinchamiento Libre (%)
I	Baja	<30	<35	<0.08	<0.25	<1
II	Baja a media	30-60	35-50	0.08-0.15	0.25-1.25	1-4
III	Media a alta	60-95	50-65	0.15-0.23	1.25-3.0	4-10
IV	Muy alta	>95	>65	>0.23	>3.0	>10

El potencial expansivo de la UG2.1_Li se puede categorizar como "bajo" en general y ocasionalmente como "bajo-medio", lo que no reviste peligrosidad frente a las instalaciones previstas.

12.3.1.7. Permeabilidad.

Partir de los ensayos de permeabilidad in situ realizados, se obtiene un valor medio para esta unidad de 4,56E-7 cm/s (4,56E-9 m/s)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 53. Valores de c. de permeabilidad obtenidos en la UG2.1_Li.

Sondeo	Profundidad (m)	Permeabilidad K (cm/s)	Material ensayado
S-40	6,50-7,00	2,62E-06	Limos rojizos
S-40	10,50-11,50	2,02E-07	Limos rojizos
S-40	17,10-18,30	2,50E-07	Limos rojizos
S-42	9,05-9,80	2,80E-07	Limos rojizos
S-42	15,00-17,00	4,52E-08	Limos rojizos
S-46	16,00-17,00	9,45E-08	Limos rojizos
S-47	12,00-13,00	2,37E-07	Limos arcillosos
S-47	26,00-27,00	1,42E-07	Limos arcillosos
S-48	5,00-6,00	2,36E-07	Limos rojizos

Estos datos son coherentes con la litología, según se deduce de la comparativa con referencias bibliográficas como la de Vallejo, 2002 (ver tabla 30).

12.3.1.8. Tabla resumen. Parámetros asignados a la UG 2.1.

En la siguiente tabla se resumen los parámetros resistentes y deformacionales obtenidos para la unidad geotécnica UG2.1_Li (limos areno-arcillosos rojizos):

Tabla 54. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG2.1_Li.

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS ASIGNADOS	UG-2.1_Li, Limos areno-arcillosos rojizos
Cohesión efectiva, c´(kPa)	45
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	27
Peso específico aparente γ (kN/m³)	21,5
Resistencia al corte sin drenaje C_U (MPa)	0,475
Resistencia a compresión RCS (MPa)	0,95
Módulo de Young, E_s (MPa)	200
Coeficiente de Poison ν	0,33
Módulo presiométrico E_M (MPa)	170
Presión límite P_L (MPa)	9
C. de Permeabilidad K (m/s)	4,56E-9

Con respecto a la subunidad UG2.1_Co, resulta complicado parametrizarla, debido al escaso muestreo. Tan solo uno de los ensayos presiométricos realizados se localiza en esta subunidad:

Tabla 55. Parámetros presiométricos obtenidos en UG2.1_Co.

Sondeo	Cota ensayo (msnm)	Profundidad (m)	Litología	Unid. Geot.	M. Presiométrico E_M (MPa)	Presión límite P_L (MPa)	M. Corte G (MPa)
S-49	356,35	10,80-11,30	Conglomerado	UG2.1	371,08	26,6	128,09

Por su parte, las muestras caracterizadas en laboratorio aportan los siguientes resultados:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 56. Parámetros de laboratorio en muestra de UG2.1_Co.

MUESTRA		TIPO	Litología	GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO									Grava	Arena	Finos	LÍM ATTERBERG			CLASIF USCS	Peso específico	Densidad seca	Humedad	Densidad aparente	Grado de saturación	R. Compresión Simple
				PASO TAMIZ UNE (%)																					
Sondeo	Profundidad (m)			40	25	20	13	10	5	2	0,4	0,08	%	%	%	LL	LP	IP		g/cm³	g/cm³	%	g/cm³	%	kg/cm²
S-45	11,10-11,40	TP	Conglomerado	100	84,5	62,5	53,3	48,7	43,7	40,4	35,8	20,7	56,3	23,0	20,7	18,3	14,6	3,7	GM	2,58	2,24	5,1	2,35	86,7	7,60
S-49	7,25-7,60	TP	Conglomerado	100	100	89,6	79,2	64,8	53,3	48,0	39,6	29,0	46,7	24,4	29,0	0,0	0,0	0,0	GM		2,31	5,0	2,43		7,68
Número de ensayos				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2
Máximo				100	100	89,6	79,2	64,8	53,3	48,0	39,6	29,0	56,3	24,4	29,0	18,3	14,6	3,7			2,31	5,10	2,43		7,68
Mínimo				100	84,5	62,5	53,3	48,7	43,7	40,4	35,8	20,7	46,7	23,0	20,7	0,0	0,0	0,0			2,24	5,00	2,35		7,60
Promedio				100	92,3	76,0	66,3	56,8	48,5	44,2	37,7	24,8	51,5	23,7	24,8	9,2	7,3	1,9			2,28	5,05	2,39		7,64
Mediana				100	92,3	76,0	66,3	56,8	48,5	44,2	37,7	24,8	51,5	23,7	24,8	9,2	7,3	1,9			2,28	5,05	2,39		7,64
Desviación típica				0,0	11,0	19,1	18,3	11,4	6,8	5,4	2,7	5,9	6,8	1,0	5,9	12,9	10,3	2,6			0,05	0,07	0,05		0,06
C. de variación				0,0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,2	1,4	1,4	1,4			0,02	0,01	0,02		0,01
Promedio - 0,5 D. típica				100	86,8	66,5	57,1	51,1	45,1	41,5	36,3	21,9	48,1	23,2	21,9	2,7	2,1	0,5			2,25	5,01	2,36		7,61

Del lado de la seguridad, se recomienda adoptar parámetros presiométricos, así como un módulo de deformación único para la unidad UG2.1, mientras que respecto a los parámetros de resistencia al corte se pueden tomar, del lado de la seguridad, los obtenidos para la UG1.

Los ensayos de permeabilidad realizados en esta subunidad aportan un dato medio de 1,05E-5 cm/s (1,05E-7 m/s).

Tabla 57. Datos de coeficiente de permeabilidad obtenidos en UG2.1_Co.

Sondeo	Profundidad (m)	Permeabilidad K (cm/s)	Material ensayado
S-46	9,00-10,00	7,16E-06	Conglomerado
S-47	16,80-17,80	3,01E-06	Conglomerado
S-48	11,00-12,00	2,14E-05	Conglomerado

Estos datos de coeficiente de permeabilidad son algo más bajos que los de la UG1 y que los valores orientativos aportados para esta litología en la tabla 30, si bien se justifica por la mayor compacidad y cementación de la matriz.

En la siguiente tabla se resumen los parámetros resistentes y deformacionales sugeridos para la unidad geotécnica UG2.1_Co (conglomerados poco cementados):

Tabla 58. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG2.1_Co.

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS ASIGNADOS	UG-2.1_Co, Intercalación de conglomerados
Cohesión efectiva, c´(kPa)	20
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	37
Peso específico aparente γ (kN/m³)	23,6
Resistencia al corte sin drenaje C_U (MPa)	-
Resistencia a compresión RCS (MPa)	0,76
Módulo de Young, E_s (MPa)	200
Coeficiente de Poison ν	0,3
Módulo presiométrico (MPa)	170
Presión límite (MPa)	9
C. de Permeabilidad (m/s)	1,05E-7

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

12.3.2. UG-2.2. Alternancia de conglomerados cementados (UG2.2_Co) y limolitas (UG2.2-Li) con pasadas de areniscas (UG2.2_Ar).

Esta unidad está formada por una alternancia de capas de espesor irregular de diferentes litologías, fundamentalmente conglomerados cementados y lutitas-limolitas, y menos frecuentemente areniscas.

Litológicamente el nivel lo forman una sucesión multicapa dentro de la cual se interestratifican:

- Limolitas rojizas. Suelen presentar en determinados tramos nódulos areniscosos.



Fotografía 13. Detalle de la UG-2.2.Li, limolítas, recuperada en el sondeo S-44.

- Conglomerados: constituidos por gravas calcáreas. Constituidos por gravas calcáreas, policromáticas, sub-angulosas a sub-redondeadas, donde la matriz la forman mezclas de arenas y arcillas de tonos amarillos a beiges; localmente esta matriz se encuentra bien cementada



Fotografía 14. Detalle de la UG-2.2.Co, conglomerados, recuperada en el sondeo S-45

- Areniscas carbonatadas (calcarenitas).



Fotografía 15. Detalle de la UG-2.2.Ar, arenisca, recuperada en el sondeo S-44.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

El espesor de esta unidad se prolonga hasta el final de los sondeos, no alcanzándose su muro durante las investigaciones. A continuación, se muestra en la siguiente tabla la potencia identificada del nivel en cada uno de los sondeos, distinguiendo en las observaciones, las capas o subtramos de espesor más importante:

Tabla 59. Delimitación geométrica de la UG2.2.

Sondeo	Profundidad inicial (m)	Profundidad final (m)	Espesor (m)	Cota inicial (msnm)	Cota final (msnm)	Cotas y composición de los Subtramos (msnm)
S-40	20,7	36	>15,3	351,9	336,6	351,9 a 343,3 conglomerado
						343,3 a 337,3 limolita
						337,3 a 336,6 conglomerados
S-41	20,7	37	>16,3	352,3	336	352,3 a 345,1 conglomerados
						345,1 a 338,7 limolita
						338,7 a 336,0 conglomerado
S-42	17,8	35,5	>17,7	355,4	337,4	355,4 a 348,2 conglomerados
						348,2 a 342,3 limolitas
						342,3 a 337,4 conglomerados
S-43	26,7	58,3	>31,6	347,9	316,4	347,9 a 340,4 conglomerados
						340,4 a 332,0 limolitas con pasadas de arenisca
						332,0 a 327,5 conglomerado
						327,5 a 321,6 limolitas
						321,6 a 316,4 conglomerados
S-44	25,4	73	>47,6	346,9	299,3	346,9 a 342,3 conglomerados
						342,3 a 333,0 limolitas
						333,0 a 329,6 conglomerado
						329,6 a 324,5 limolitas
						324,5 a 317,9 conglomerado
						317,9 a 314,5 limolitas con pasadas de areniscas
						314,5 a 313,2 conglomerado
						313,2 a 303,9 limolita
						303,9 a 299,3 conglomerado, limolita y arenisca
S-45	20,2	52,5	>32,3	352	319,7	352,0 a 344,5 conglomerado
						344,5 a 339,0 limolita
						339,0 a 329,7 conglomerado
						329,7 a 324,6 limolita
						324,6 a 319,7 conglomerado
S-46	19,6	36	>16,5	353,5	337,1	353,5 a 348,4 conglomerado
						348,4 a 345,8 liimolita
						345,8 a 344,3 arenisca-microconglomerado
						344,3 a 342 limolita
						342 a 337,1 conglomerado
S-47	28	37	>19	345,2	336,1	345,2 a 339,5 conglomerado
						339,5 a 336,1 limolita
S-48	19	30	>11	348,8	337,8	348,8 a 346,6 conglomerados
						346,6 a 343,2 areniscas
						343,2 a 337,8 limolita
S-49	15,9	30	>14,1	351,6	337,7	351,6 a 346,7 conglomerado
						346,7 a 337,7 limolita
S-50	12	25	>13	355,7	342,7	355,7 a 354,0 conglomerado
						354,0 a 342,7 limolita

12.3.2.1. Identificación y estado natural.

En la siguiente tabla se incluyen los ensayos de identificación y estado realizado sobre las muestras tomadas en esta subunidad geotécnica durante la campaña del ATI-100:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 60. Resultados de laboratorio en UG2.2. Identificación y estado natural.

MUESTRA		TIPO	Litología	GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO															LÍM ATTERBERG			CLASIF USCS	Peso específico	Densidad seca	Humedad	Densidad aparente	Porosidad	Grado de saturación
				PASO TAMIZ UNE (%)												Grava	Arena	Finos									
Sondeo	Profundidad (m)			100	80	63	50	40	25	20	13	10	5	2	0,4	0,08	%	%	%	LL	LP	IP		g/cm³	g/cm³	%	g/cm³		%
S-40	21,50-21,75	TP	Conglomerado	100	100	100	100	100	100	100	78,3	50,3	29,9	20,3	20,0	6,0	70,1	23,9	6,0	0,0	0,0	0,0	GP GM	2,65	2,47	3,7	2,56	0,07	100
	28,10-28,50	TP	Conglomerado	100	100	100	100	100	85,9	78,3	74,0	47,9	28,0	18,4	7,5	4,4	72,0	23,6	4,4	0,0	0,0	0,0	GP	2,69	2,38	4,5	2,49	0,12	92,9
	33,90-34,20	TP	Limolitas arenosas	100	100	100	100	100	100	100	100	98,6	97,3	95,8	92,8	57,4	2,7	39,9	57,4	21,8	16,3	5,5	CL-ML	2,62	1,98	13,3	2,24	0,24	100
S-41	21,00-21,30	TP	Conglomerado																						2,31	4,7	2,42		
	27,50-27,90	TP	Limolita-arenisca																						1,82	18,0	2,15		
S-42	18,70-19,20	TP	Conglomerado																						2,41	4,0	2,51		
	24,60-25,00	TP	Conglomerado	100	100	100	100	100	100	100	78,9	60,3	37,5	22,9	21,9	21,6	62,5	15,9	21,6	0,0	0,0	0,0	GM		2,53	3,4	2,62		
	34,50-35,20	TP	Conglomerado																					2,67	2,47	3,5	2,56	0,07	100
S-43	27,65-27,95	TP	Conglomerado-arenisca	100	100	100	100	100	100	100	100	81,3	75,9	73,1	64,9	30,1	24,1	45,7	30,1	0,0	0,0	0,0	SM	2,65	2,05	11,1	2,28	0,23	100
	34,30-34,00	TP	Limolitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97,9	97,3	94,7	83,8	2,1	14,0	83,8	29,7	13,2	16,5	CL	2,67	2,11	9,6	2,31	0,21	96,6
	39,70-40,00	TP	Limolitas arenosas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,2	98,3	94,9	68,9	0,8	30,3	68,9	23,8	14,0	9,8	CL	2,66	2,19	9,5	2,40	0,18	100
	42,70-43,00	TP	Limolitas arenosas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,0	99,6	97,2	79,2	0,0	20,8	79,2	36,0	16,6	19,4	CL	2,64	1,93	14,5	2,21	0,27	100
	47,30-47,60	TP	Limolitas-lutitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,3	97,9	96,9	91,5	1,7	6,9	91,5	40,3	19,2	21,1	CL	2,64	1,99	13,0	2,25	0,25	100
	52,20-52,55	TP	Limolitas-lutitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,6	97,1	94,3	82,3	1,4	16,3	82,3	32,4	16,0	16,4	CL	2,67	2,10	12,2	2,36	0,21	100
	55,00-55,30	TP	Conglomerado	100	100	100	100	100	100	94,7	59,1	40,1	27,3	20,4	9,9	6,6	72,7	20,7	6,6	20,8	13,3	7,5	GP GC	2,65	2,40	3,8	2,49	0,09	96,7
S-44	34,60-35,00	TP	Limolitas arenosas	100	100	100	100	100	100	100	100	88,2	75,4	69,0	61,0	45,7	24,6	29,7	45,7	25,6	12,5	13,1	SC		2,27	7,7	2,44		
	45,20-45,50	TP	Limolitas arenosas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93,1	89,2	81,2	67,2	6,9	25,9	67,2	33,5	15,4	18,1	CL		2,16	10,6	2,39		
	56,80-57,10	TP	Limolitas arenosas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,6	95,7	92,5	77,4	0,4	22,2	77,4	29,1	16,1	13,0	CL		2,09	11,1	2,32		
	62,80-63,10	TP	Conglomerado	100	100	100	100	100	100	100	100	86,3	53,0	55,2	50,7	37,8	47,0	15,2	37,8	24,3	15,1	9,2	CG		2,20	8,2	2,38		
	71,70-72,00	TP	Limolitas-lutitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,3	95,6	0,0	4,4	95,6	32,8	16,2	16,6	CL		1,98	13,7	2,25		
	32,20-32,60	TP	Limolitas	100	100	100	100	100	100	100	100	99,4	98,4	97,9	97,1	93,1	1,6	5,3	93,1	20,2	13,3	6,9	CL-ML	2,65	2,19	8,6	2,38	0,17	100
	36,90-37,30	TP	Limolitas	100	100	100	100	100	100	100	100	98,7	97,5	96,7	91,0	85,7	2,5	11,8	85,7	21,9	10,7	11,2	CL	2,60	2,09	10,4	2,31	0,20	100
	44,20-44,30	TP	Limolitas arenosas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97,4	95,4	88,7	64,1	2,6	33,3	64,1	24,0	11,6	12,4	CL	2,60	2,13	8,4	2,31	0,18	99,0
	49,80-50,10	TP	Conglomerado	100	100	100	100	100	100	91,8	79,8	59,1	46,1	38,0	27,0	17,7	53,9	28,4	17,7	21,4	12,1	9,3	GC	2,66	2,29	5,5	2,42	0,14	90,5
S-46	22,30-22,60	TP	Limolitas																						2,22	8,0	2,40		
	29,50-29,90	TP	Limolitas																						2,09	12,2	2,34		
	34,50-34,90	TP	Conglomerado																						2,25	7,0	2,41		
S-47	28,00-28,35	TP	Limolitas arenosas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97,6	96,4	88,8	73,9	2,4	23,7	73,9	26,9	14,1	12,8	CL	2,63	2,13	9,6	2,33	0,19	100
	34,60-34,90	TP	Limolitas-lutitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,8	97,6	96,7	91,1	1,2	7,7	91,1	33,1	16,2	16,9	CL	2,63	1,98	12,3	2,22	0,25	98,5
S-48	16,40-16,70	TP	Conglomerado	100	100	100	100	100	100	100	100	84,4	63,4	52,6	46,7	27,7	36,6	35,7	27,7	0,0	0,0	0,0	GM		2,30	6,5	2,45		
	25,10-26,90	TP	Limolitas-lutitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,4	96,3	94,9	90,2	1,6	8,3	90,2	41,5	19,1	22,4	CL		1,93	14,4	2,21		
S-49	7,25-7,60	TP	Conglomerado	100	100	100	100	100	100	89,6	79,2	64,8	53,3	48,0	39,6	29,0	46,7	24,4	29,0	0,0	0,0	0,0	GM		2,31	5,0	2,43		
	13,90-14,20	TP	Limolita-arenisca	100	100	100	100	100	100	100	100	99,5	90,6	74,3	54,4	26,3	9,4	64,3	26,3	0,0	0,0	0,0	SM		2,31	5,8	2,44		
	23,20-23,50	TP	Limolitas-lutitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,9	91,3	86,8	85,7	3,1	11,2	85,7	31,8	15,6	16,2	CL		2,14	9,6	2,35		
	27,60-28,10	TP	Conglomerado-arenisca	100	100	100	100	100	100	100	95,0	65,2	57,7	52,5	37,7	14,0	42,3	43,7	14,0	0,0	0,0	0,0	SM		2,23	7,2	2,39		
S-50	16,90-17,20	TP	Limolitas-lutitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,4	98,3	94,0	0,3	5,7	94,0	44,3	17,6	26,7	CL		1,76	18,5	2,09		
	21,13-21,50	TP	Limolitas-lutitas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,8	97,8	0,0	2,2	97,8	46,3	20,5	25,8	CL		1,72	20,1	2,07		
Número de ensayos				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30		17	37	37	37		17
Máximo				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97,8	72,7	64,3	97,8	46,3	20,5	26,7		2,69	2,53	20,1	2,62		100
Mínimo				100	100	100	100	100	85,9	78,3	59,1	40,1	27,3	18,4	7,5	4,4	0,0	2,2	4,4	0,0	0,0	0,0		2,60	1,72	3,4	2,07		90,55
Promedio				100	100	100	100	100	99,5	98,5	94,8	87,5	80,2	76,2	70,9	58,2	19,8	22,0	58,2	22,1	11,2	10,9		2,65	2,16	9,4	2,36		98,49
Mediana				100	100	100	100	100	100	100	100	100	97,3	95,5	88,8	68,0	2,7	21,5	68,0	24,2	13,7	11,8		2,65	2,16	9,5	2,38		100,00
Desviación típica				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	4,6	10,7	19,2	25,8	28,8	31,0	32,2	25,8	14,3	32,2	15,1	7,2	8,3		0,02	0,20	4,4	0,13		2,81
C. de variación				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6	1,3	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8		0,01	0,09	0,5	0,05		0,03
Promedio - 0,5 D. típica				100	100	100	100	100	98,2	96,2	89,5	77,9	67,3	61,8	55,4	42,1	6,8	14,9	42,1	14,5	7,6	6,7		2,63	2,06	7,3	2,29		97,08

En general se trata de materiales terrígenos litificados (limolitas-lutitas, areniscas y conglomerados). Granulométricamente es una unidad muy heterogénea, no obstante, va a tratarse este paquete "composite", como un todo-uno homogéneo, dado que desde el punto de vista geotécnico se prevé que presente un comportamiento muy competente y poco deformable en todo su volumen.

La humedad natural de esta unidad es muy variable, se han ensayado muestras con humedades entre el 3,0 y el 18,0%, siendo su valor promedio del 9,0%. Por cada litología, los valores de humedad se mueven en diferentes rangos (aprox. 10-15% en limolitas y 3-7% en conglomerados). Para cada litología, no existe una relación directa clara entre la humedad natural y la profundidad de las muestras.

El peso específico de las partículas de este nivel en su estado natural varía entre 26,9 y 26 kN/m^3, siendo su valor promedio de 26,5 kN/m^3.

El peso específico seco, por su parte registra datos habitualmente mayores en conglomerados, de 22-25 kN/m^3, mientras que en limolitas el rango es de 17,5-22 kN/m^3 .

En cuanto al peso específico aparente, es de 23,5-26 kN/m^3 en conglomerados, y de 20,5-24 kN/m^3 en limolitas.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

12.3.2.2. Parámetros resistentes y deformacionales.

Sobre las muestras obtenidas de esta unidad se ha realizado una serie de ensayos de resistencia a compresión simple:

Tabla 61. Resultados de laboratorio en UG2.2. Compresión simple.

MUESTRA		TIPO	Litología	Grava	Arena	Finos	LIM ATTERBERG			CLASIF USCS	R. Compresión Simple
Sondeo	Profundidad (m)			%	%	%	LL	LP	IP		kg/cm²
S-40	21,5	TP	Conglomerado	70,1	23,9	6,0	0,0	0,0	0,0	GP GM	23,20
	28,1	TP	Conglomerado	72,0	23,6	4,4	0,0	0,0	0,0	GP	44,24
	33,9	TP	Limos arenosos	2,7	39,9	57,4	21,8	16,3	5,5	CL-ML	6,25
S-41	21	TP	Conglomerado cementado								12,98
	27,5	TP	Limolita-arenisca								5,83
S-42	18,7	TP	Conglomerado cementado								22,50
	24,6	TP	Conglomerado	62,5	15,9	21,6	0,0	0,0	0,0	GM	69,70
	34,5	TP	Conglomerado cementado								23,90
S-43	27,65	TP	Arena limosa con grava	24,1	45,7	30,1	0,0	0,0	0,0	SM	8,63
	34,3	TP	Limos arcillosos	2,1	14,0	83,8	29,7	13,2	16,5	CL	49,85
	39,7	TP	Limos arenosos	0,8	30,3	68,9	23,8	14,0	9,8	CL	25,90
	42,7	TP	Limos arenosos	0,0	20,8	79,2	36,0	16,6	19,4	CL	12,23
	47,3	TP	Limos arcillosos	1,7	6,9	91,5	40,3	19,2	21,1	CL	19,66
	52,2	TP	Limos arcillosos	1,4	16,3	82,3	32,4	16,0	16,4	CL	14,76
	55	TP	Conglomerado	72,7	20,7	6,6	20,8	13,3	7,5	GP GC	15,32
S-44	34,6	TP	Limos arenosos con grava	24,6	29,7	45,7	25,6	12,5	13,1	SC	42,65
	45,2	TP	Limos arenosos	6,9	25,9	67,2	33,5	15,4	18,1	CL	27,32
	56,8	TP	Limos arenosos	0,4	22,2	77,4	29,1	16,1	13,0	CL	18,70
	62,8	TP	Conglomerado	47,0	15,2	37,8	24,3	15,1	9,2	CG	29,31
	71,7	TP	Limps arcillosos	0,0	4,4	95,6	32,8	16,2	16,6	CL	12,82
S-45	32,2	TP	Limos	1,6	5,3	93,1	20,2	13,3	6,9	CL-ML	24,28
	36,9	TP	Limos	2,5	11,8	85,7	21,9	10,7	11,2	CL	9,23
	44,2	TP	Limos arenosos	2,6	33,3	64,1	24,0	11,6	12,4	CL	22,62
	49,8	TP	Conglomerado	53,9	28,4	17,7	21,4	12,1	9,3	GC	7,76
S-46	22,3	TP	Limolitas								6,71
	29,5	TP	Limolitas								7,35
	34,5	TP	Conglomerado cementado								27,34
S-47	28	TP	Limos arenosos	2,4	23,7	73,9	26,9	14,1	12,8	CL	33,34
	34,6	TP	Limos arcillosos	1,2	7,7	91,1	33,1	16,2	16,9	CL	22,76
S-48	16,4	TP	Conglomerado	36,6	35,7	27,7	0,0	0,0	0,0	GM	24,63
	25,1	TP	Limos arcillosos	1,6	8,3	90,2	41,5	19,1	22,4	CL	17,66
S-49	7,25	TP	Conglomerado	46,7	24,4	29,0	0,0	0,0	0,0	GM	7,68
	13,9	TP	Arena limosa	9,4	64,3	26,3	0,0	0,0	0,0	SM	38,65
	23,2	TP	Limos arcillosos	3,1	11,2	85,7	31,8	15,6	16,2	CL	13,52
	27,6	TP	Conglomerado	42,3	43,7	14,0	0,0	0,0	0,0	SM	23,43
S-50	16,9	TP	Limos arcillosos	0,3	5,7	94,0	44,3	17,6	26,7	CL	3,17
	21,13	TP	Limos arcillosos	0,0	2,2	97,8	46,3	20,5	25,8	CL	1,51
Número de ensayos				**30**	**30**	**30**	**30**	**30**	**30**		**37**
Máximo				**72,7**	**64,3**	**97,8**	**46,3**	**20,5**	**26,7**		**69,70**
Mínimo				**0,0**	**2,2**	**4,4**	**0,0**	**0,0**	**0,0**		**1,51**
Promedio				**19,8**	**22,0**	**58,2**	**22,1**	**11,2**	**10,9**		**21,01**
Mediana				**2,7**	**21,5**	**68,0**	**24,2**	**13,7**	**11,8**		**19,66**
Desviación típica				**25,8**	**14,3**	**32,2**	**15,1**	**7,2**	**8,3**		**14,37**
C. de variación				**1,3**	**0,6**	**0,6**	**0,7**	**0,6**	**0,8**		**0,68**
Promedio - 0,5 D. típica				**6,8**	**14,9**	**42,1**	**14,5**	**7,6**	**6,7**		**13,83**

A continuación, se muestra gráficamente los valores de compresión simple obtenidos a las diferentes cotas:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

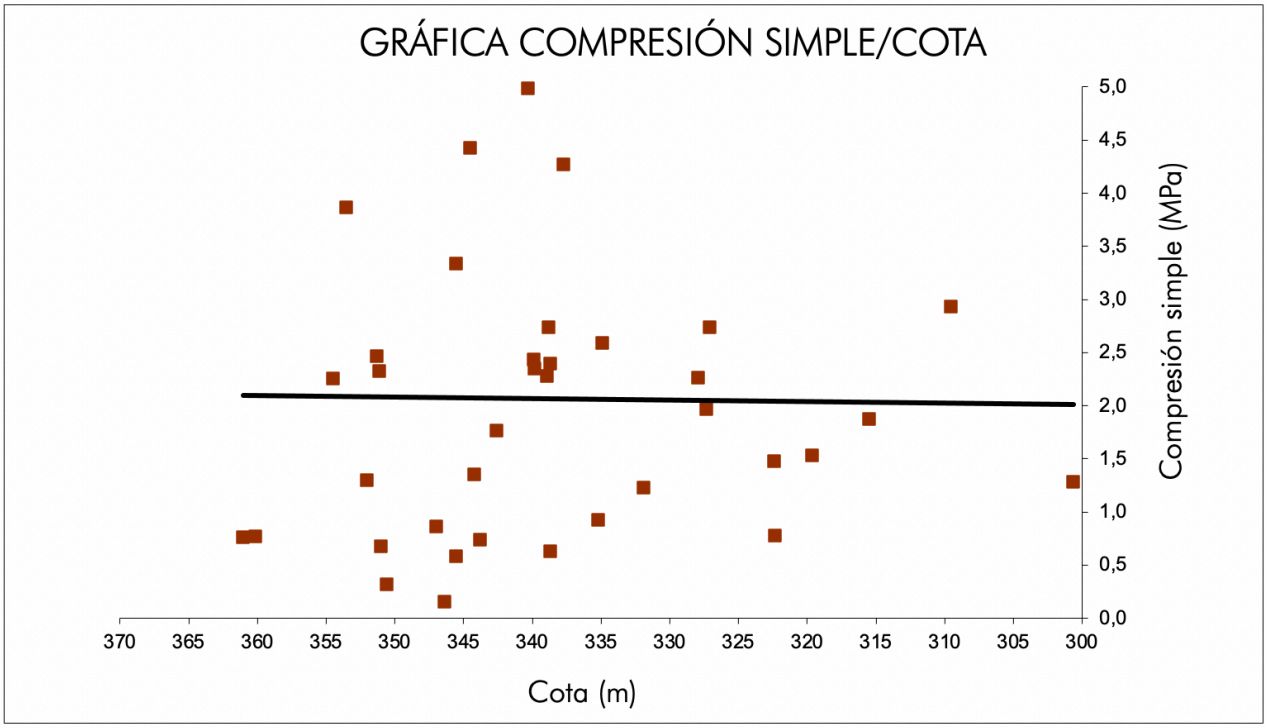


Figura 24. Gráfica de resultados de compresión simple vs cota.

Los resultados a compresión simple muestran una gran dispersión de resultados, con valores máximos de 7 MPa y mínimos de 0,15 MPa. Para efectuar un tratamiento estadístico representativo del nivel se omitirán los valores máximos y mínimos* de la serie de resultados obtenidos. Tomando de este modo como valor de referencia para el nivel el valor promedio obtenido, ya que intervienen varias litologías.

*Al igual que ocurre con la unidad UG2.1_Li, los mínimos de compresión simple en esta unidad UG2.2_Li corresponden al sondeo S-50. El sondeo S-50 se perforó en su totalidad con batería simple, lo que ofreció un muestreo parafinado de peor calidad, con una humedad natural por encima del resto, lo que ha redundado en un comportamiento plástico en la rotura a compresión simple, diferente a lo observado en el resto de los sondeos y a pesar del mismo comportamiento de rechazo en la hinca SPT.

A partir de estos valores, considerados más representativos para el conjunto del nivel, se determina un valor de resistencia a compresión simple característica, ligeramente minorada, para el conjunto de facies del nivel de 2 MPa.

Resistencia a compresión simple: $q_u = 2$ MPa

Los ensayos SPT realizados sobre dicho nivel dieron de manera generalizada rechazo sistemático, por lo que se considera que el nivel presente una consistencia muy dura y no es susceptible de deformarse.

A partir de la resistencia a compresión simple y el bajo a nulo grado de alteración/fracturación, se han obtenido los parámetros resistentes y deformacionales mediante el software RocLab, de Rocscience™.

De este modo han obtenido los siguientes parámetros mínimos de cálculo, atribuibles a las limolitas, la facies menos competente de las definidas en este nivel:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Resistencia a compresión simple media:	2 MPa
GSI:	55 (valor promedio asignado al composite)
mi:	10 (composite conglomerados + limolitas)
D:	0 (No susceptibles a alteración mecánica).
MR	375 (composite conglomerados + limolitas)

A partir de estos datos de entrada, se obtienen los siguientes parámetros resistentes y deformacionales del macizo rocoso:

Módulo de elasticidad de la masa rocosa:	Es = 306 MPa
Cohesión efectiva de la masa rocosa:	c′ = 108 kPa
Ángulo de rozamiento interno:	ϕ′ = 32°

El coeficiente de Poisson puede adoptar el valor bibliográfico recomendado en el anexo D (tabla D.24) del DB-SE-C del CTE, típico de arcillas sobreconsolidadas de ν = 0,33.

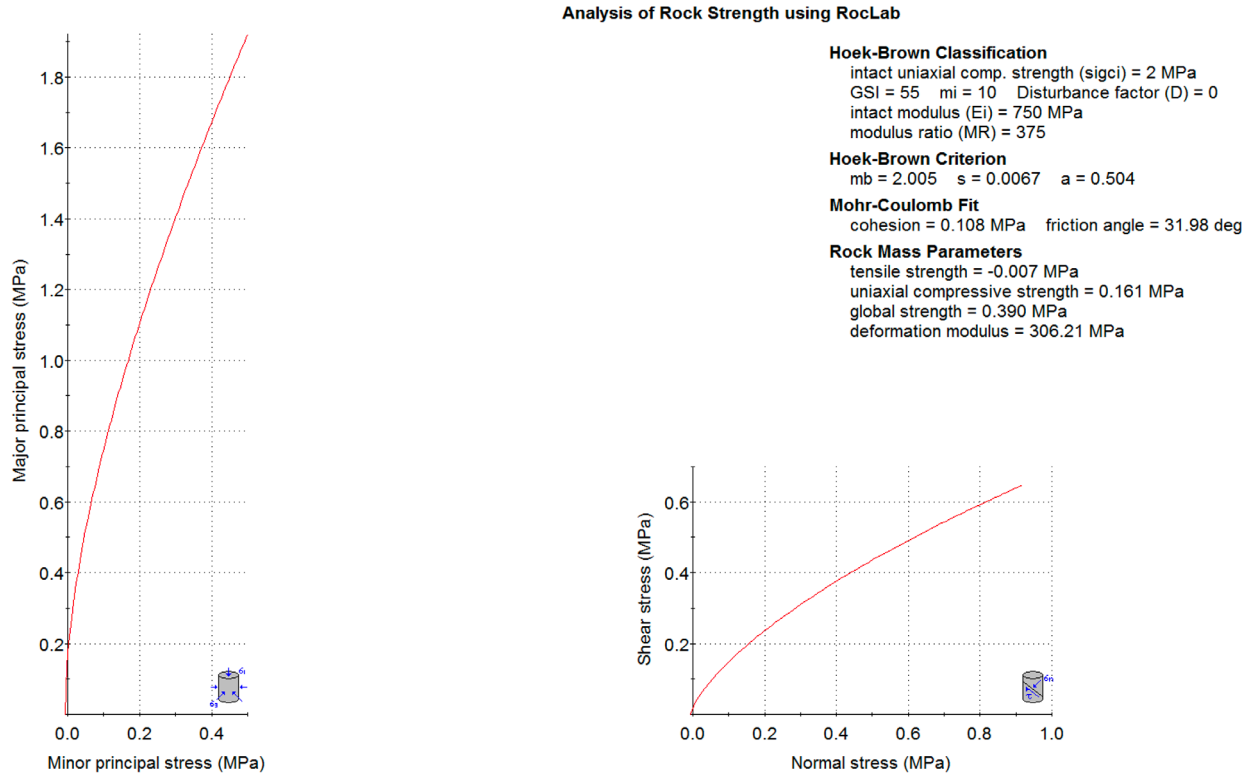


Figura 25. Salida gráfica de la simulación en RocLab.

Los ensayos presiométricos realizados en campo ofrecen los siguientes resultados:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 62. Parámetros presiométricos en UG2.2.

Sondeo	Cota ensayo (msnm)	Profundidad (m)	Litología	Unid. Geot.	M. Presiométrico E_M (MPa)	Presión límite P_L (MPa)	M. Corte G (MPa)
S-41	341,15	20,1-20,60	Limos arcillosos	UG2-2	521,68	>30	174
	341,15	31,1-31,80	Arenas limosas	UG2-2	331,98	>30	111,35
S-43	340,85	33,5-34,0	Conglomerado-Limos arcillosos	UG2-2	259,82	>7	94,54
	331,85	42,50-43,00	Arenisca calcárea	UG2-2	1275,54	>30	471,05
	321,85	52,50-53,00	Techo conglomerado	UG2-2	328,27	>30	120,38
S-45	350,35	21,50-22,00	Alternancia de conglomerado y limos arcillosos	UG2-2	179,86	15,7	65,91
	340,85	31,0-31,50	Alternancia de limos-arcillosos con vetas de arenisca calcárea	UG2-2	299,43	23	110,33
	322,6	49,20-49,80	Conglomerados	UG2-2	153,1	>6	55,7
	320,35	51,5-52,10	Conglomerados	UG2-2	213,99	>8	77,38
S-49	350,15	17,00-17,50	Conglomerado	UG2-2	539,3	>9	187,98
	341,15	26,00-26,50	Alternancia arenisca calcárea y limos arcillosos	UG2-2	213,88	26,9	77,4

En rojo los ensayos presiométricos abortados prematuramente por rotura de camisa

Suprimiendo los valores de P_L derivados de los ensayos con rotura de camisa, se obtienen los siguientes parámetros aplicando la estadística conservadora habitual:

Módulo presiométrico E_M = 233 MPa. Presión límite P_L = 23,8 MPa. Módulo de corte G = 81,8 MPa.

La correlación entre el módulo presiométrico E_M y el módulo edométrico E_m para un mismo estado tensional viene dada por la expresión desarrollada por Ménard y Rousseau (1962):

$$E_m = \frac{E_M}{\alpha}$$

Siendo α =2/3 para suelos limosos consolidados. Aplicando esta expresión se obtiene un módulo edométrico

Em = 233/(2/3) = 350 MPa.

Para obtener el módulo de Young a partir del módulo edométrico, se aplica la siguiente expresión:

$$E_S = \frac{E_m(1+\nu)\cdot(1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

Donde ν es el coeficiente de Poisson, que de acuerdo con el CTE (tabla D-24) puede adoptar para arcillas duras preconsolidadas un valor de 0,33.

Para un módulo edométrico de 350 MPa y un coeficiente de Poisson ν = 0,33, el módulo de Young para el litotipo "limolita" toma un valor Es ≈ 235 MPa.

El litotipo "conglomerado" sobreconsolidado presenta ensayos presiométricos abortados por rotura de camisa, pero mostrando módulos mínimos en torno a 200MPa, lo que supone un módulo de Young en torno a 405 MPa, de forma que se puede considerar un módulo de Young del composite en torno a 320 MPa, valor similar al estimado a partir del modelo Hoek&Brown, que será el tomado como característico (306 MPa).

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

12.3.2.3. Coeficiente de permeabilidad.

De los ensayos de permeabilidad in situ realizados, se deduce un coeficiente de permeabilidad medio para el composite de 1,97E-6 cm/s (1,97E-8 m/s):

Tabla 63. Coeficientes de permeabilidad para la UG2.2.

Sondeo	Profundidad (m)	Permeabilidad K (cm/s)	Material ensayado
S-40	25,50-26,00	1,36E-05	Conglomerado cementado
S-40	35,00-36,00	8,05E-07	Limolita
S-42	24,00-25,50	5,66E-07	Limolita
S-42	33,00-35,00	1,42E-06	Conglomerado cementado
S-46	25,00-26,00	2,21E-07	Limolita
S-46	34,00-35,00	7,73E-07	Arenisca
S-47	35,00-36,00	1,42E-07	Limos arcillosos
S-48	20,00-21,00	1,89E-07	Limolita
S-48	29,00-30,00	4,72E-08	Limolita

Se observa que los conglomerados son más permeables que las limolitas.

Las limolitas de esta unidad presentan permeabilidades similares a las de la UG2.1_Li.

Por otro lado, los datos de coeficiente de permeabilidad son algo más bajos en el caso de estos conglomerados de la UG2_2Co que los aportados para las unidades UG1 y UG2.1_Co y los propuestos para litología similar en la tabla 30, lo cual se justifica por la mayor compacidad y cementación de la matriz.

12.3.2.4. Tabla resumen. Parámetros asignados a la UG2.2.

En la siguiente tabla se resumen los parámetros resistentes y deformacionales obtenidos para la unidad geotécnica 2.2 (Alternancia limolita, conglomerados y areniscas):

Tabla 64. Parámetros geotécnicos característicos asignados a UG2.2.

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS ASIGNADOS	UG-2.2, Alternancia de limolitas, conglomerados y areniscas
Cohesión efectiva, c´(kPa)	108
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	32
Pesos específico aparente γ (kN/m^3)	23
Módulo de Young, E_s (MPa)	306
Resistencia al corte sin drenaje Cu (MPa)	-
Resistencia a compresión RCU (MPa)	2
Coeficiente de Poisson ν	0,33
Módulo presiométrico E_M (MPa)	233
Presión límite P_L (MPa)	23,8
C. de permeabilidad K (m/s)	1,97E-8

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

12.4. Tabla resumen general.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla de mañanera resumida los parámetros asignados a cada nivel geotécnico identificado:

Tabla 65. Parámetros geotécnicos característicos asignados. Resumen general.

PARÁMETROS DE RESISTENTES Y DEFORMACIONALES	UG1 Conglomerados. Terraza aluvial	UG2.1_Li Limos areno-arcillosos rojizos	UG2.1_Co Intercalación de conglomerados	UG2.2 Composite. Alternancia de limolitas, conglomerados y areniscas
Cohesión efectiva, c´(kPa)	20	45	20	108
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	37	27	37	32
Peso específico aparente γ (kN/m³)	17,5	21,5	23,6	23
Resistencia al corte sin drenaje C_U (kPa)	-	475	-	-
Resistencia a compresión RCU (MPa)	-	0,95	0,76	2
Módulo de Young, E_s (MPa)	110	200	200	306
Coeficiente de Poisson v	0,3	0,33	0,3	0,33
Módulo presiométrico E_M (MPa)	37,5	170	170	233
Presión límite P_L (MPa)	4,1	9	9	23,8
C. de permeabilidad K (m/s)	6,54E-06	4,56E-09	1,05E-07	3.92E-9 (Li) / 7.51E-8 (Co)

12.5. Perfil geotécnico.

En las siguientes figuras, se muestran algunos de los perfiles geotécnicos tipo de la zona del emplazamiento del ATI-100, ampliados a la zona ATI-24 (los cuales se ofrecen de forma más detallada en el apéndice):

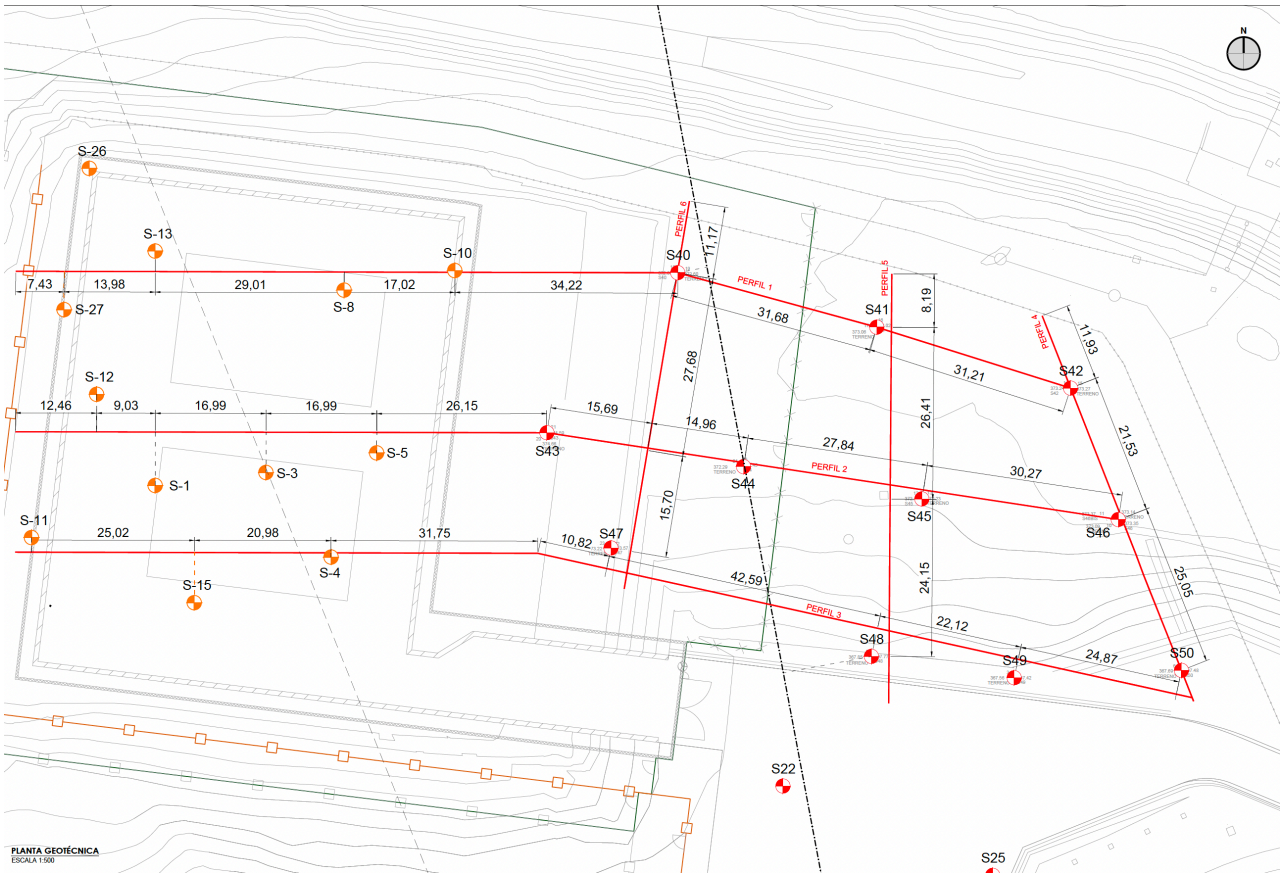


Figura 26. Plano de planta de los puntos de reconocimiento con la traza de los perfiles representados.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

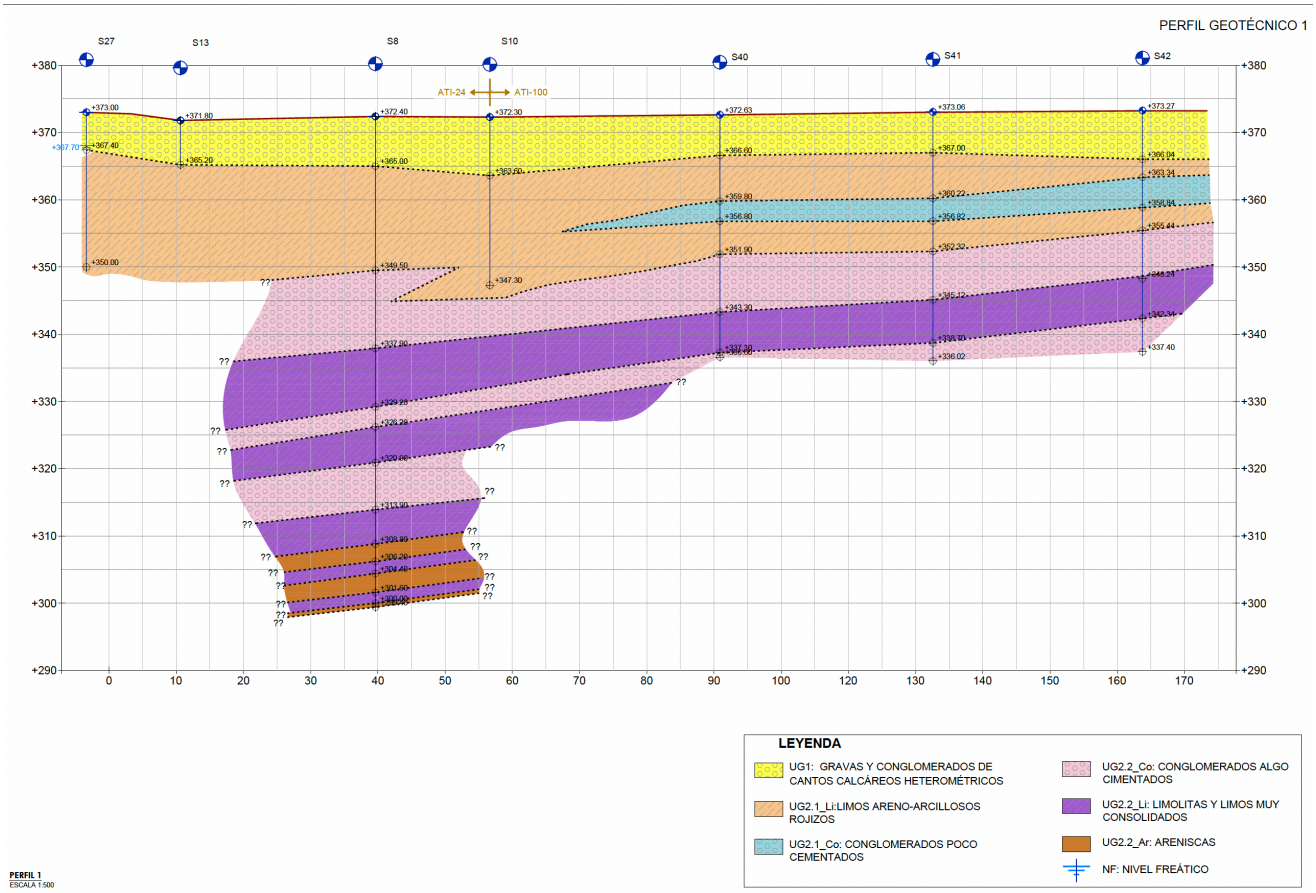


Figura 27. Perfil geotécnico 1 y leyenda.

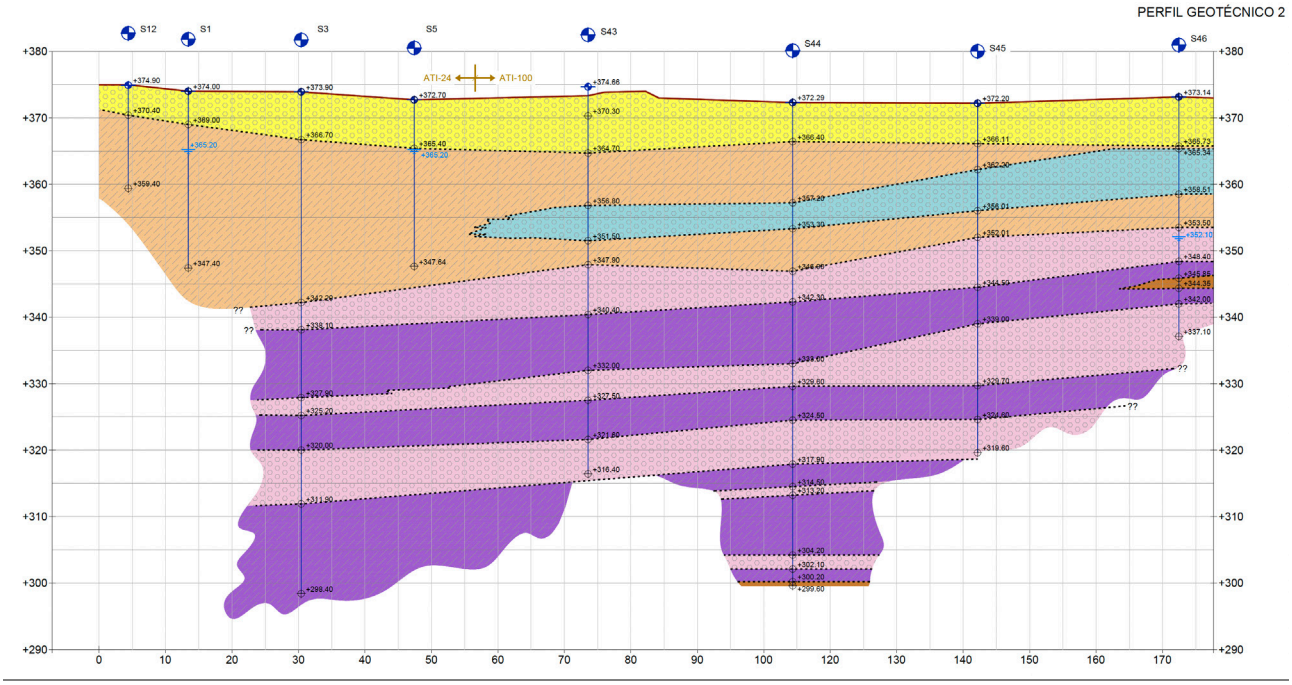


Figura 28. Perfil geotécnico 2.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

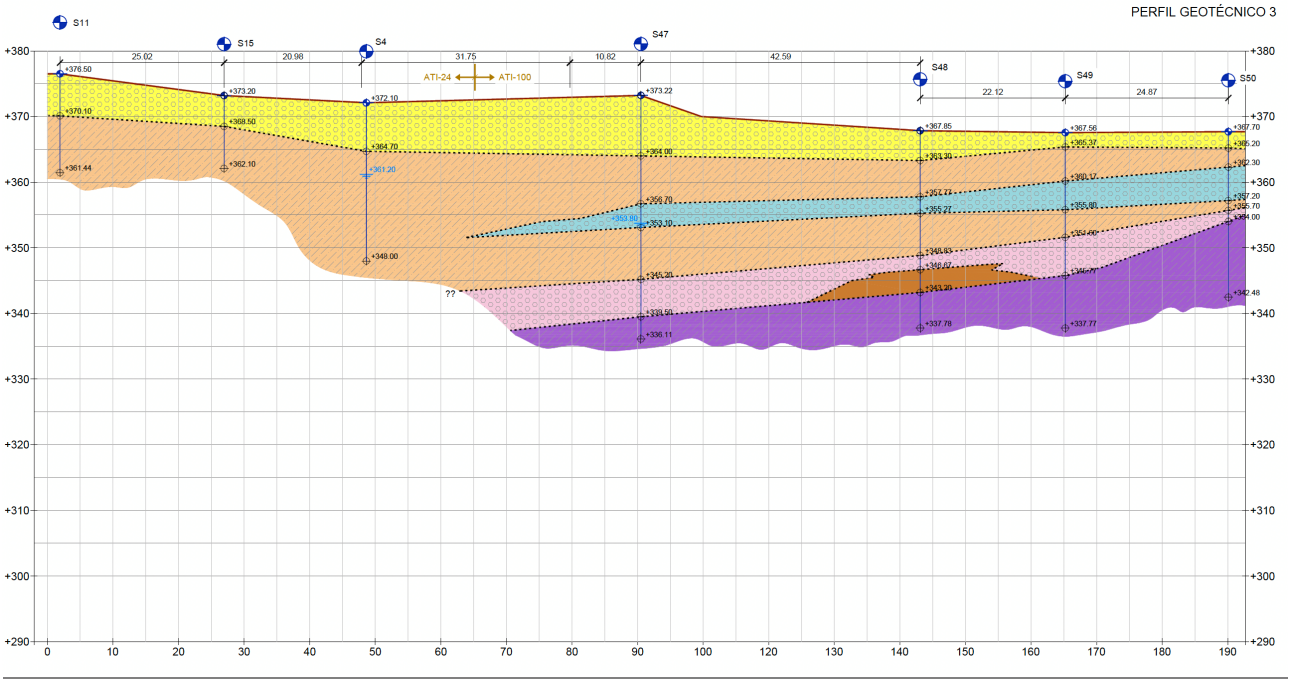
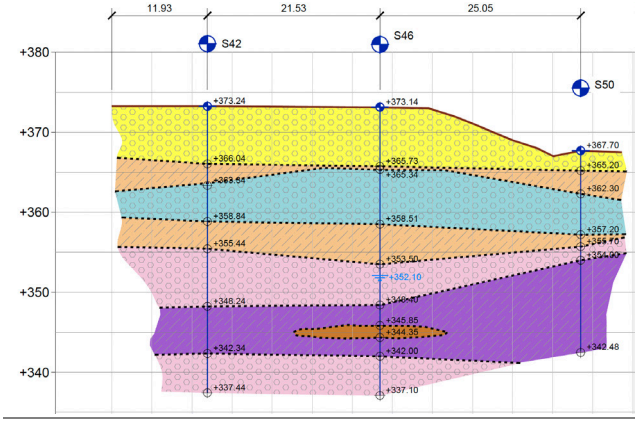


Figura 29. Perfil geotécnico 3.

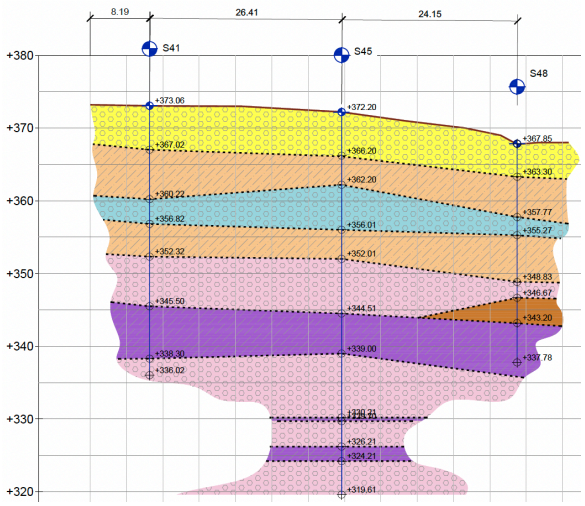
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

PERFIL GEOTÉCNICO 4



PERFIL GEOTÉCNICO 5



PERFIL GEOTÉCNICO 6

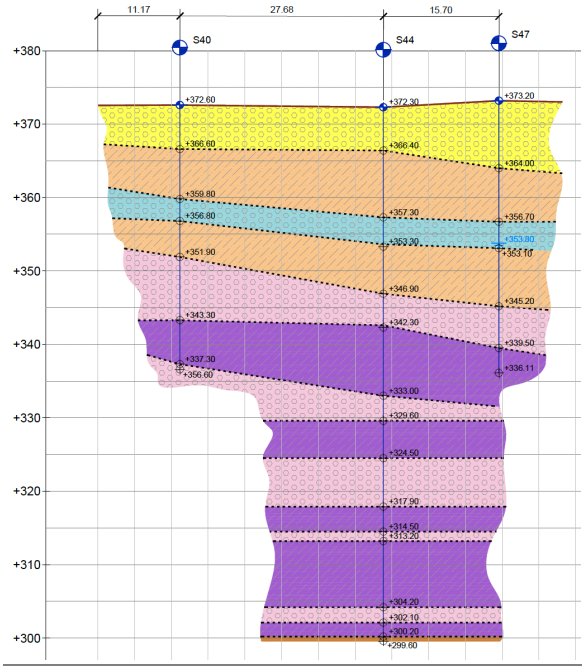


Figura 30. Perfiles geotécnicos 4 a 6.

A partir de los perfiles geotécnicos se pueden realizar las siguientes observaciones:

- Los espesores de terraza varían de unos puntos a otros, así como la geometría y cota de su muro erosivo. A continuación, se facilita un plano de isolíneas donde se representa la cota de muro de esta unidad en los diferentes sondeos en las parcelas del ATI-100 y ATI-24, observándose una disminución de la cota hacia el oeste y sur de la parcela ATI-100:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

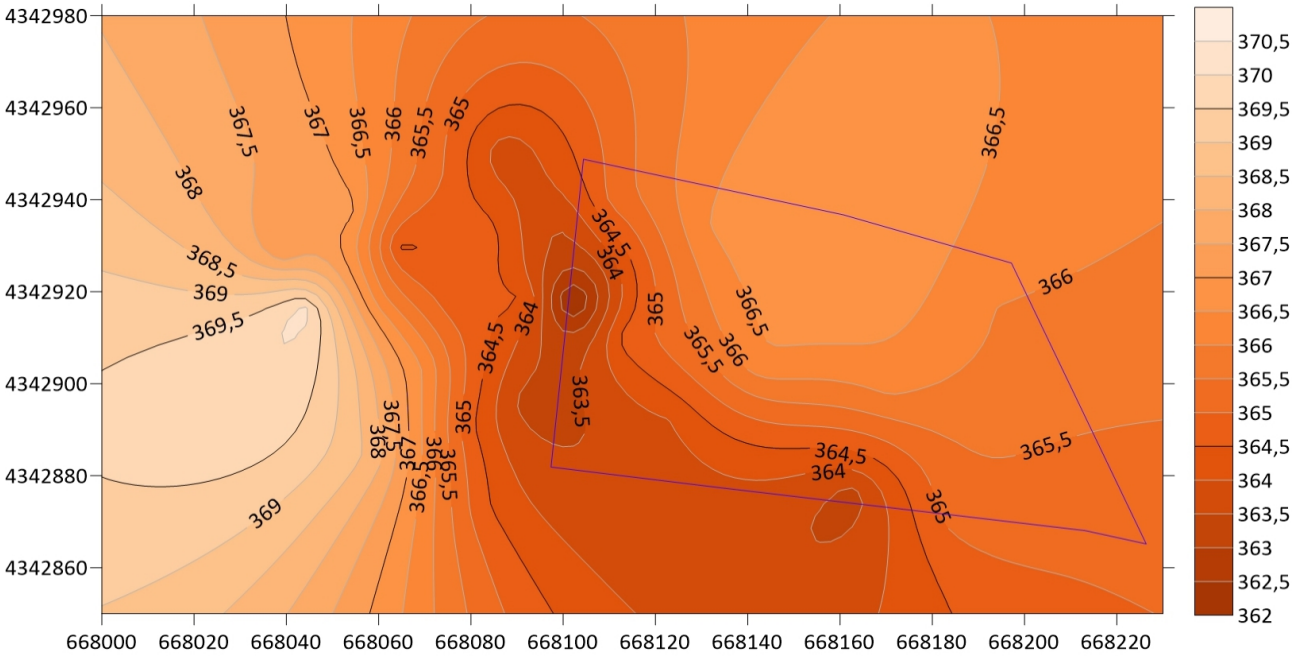


Figura 31. Mapa de isolíneas. Muro de la UG1.

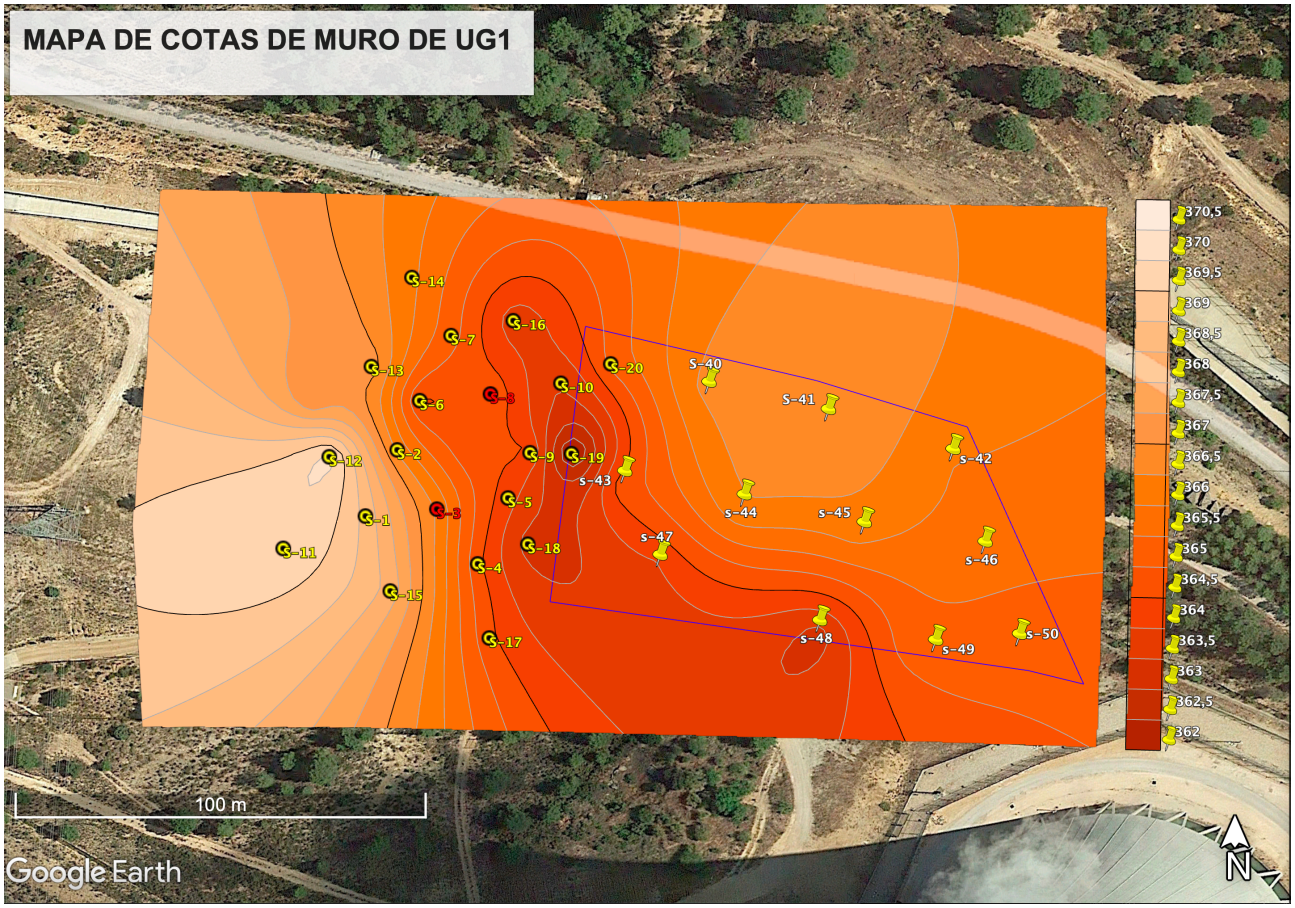


Figura 32. Mapa de isolíneas sobre Google Earth. Muro de la UG1 con representación de los sondeos del ATI-100 y ATI-24.

- A destacar la aparición de UG-2.1_Co en ATI-100, apenas detectada en ATI-24. En ATI-100 se encuentra presente en prácticamente toda la planta, acuñándose y

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

desapareciendo hacia el oeste. Esta capa presenta un espesor irregular, con un máximo y mayor cota de techo en S46 y S45.
- Se observa un basculamiento general de formaciones hacia el oeste y al sur.
- Detección de NF superior en el Mioceno dentro de sus tramos conglomeráticos. No se detecta en ningún caso, dentro del nivel o unidad de terraza aluvial o UG1.

12.6. Integración del emplazamiento del ATI en el marco geotécnico de la CNC

Las unidades y subunidades geotécnicas representadas en el epígrafe anterior se relacionan con las descritas en el resto del emplazamiento de la CNC.

El nivel de terraza fluvial T4 descrito en el apartado 12.2 bien podría relacionarse con los niveles de "conglomerado calcáreo gris" detectados durante la campaña geotécnica realizada para la construcción de la CNC, con muro a cota entre +365 y +370, que fueron excavados para la construcción del edificio de turbina.

El resto de las unidades y subunidades del Mioceno descritas en este informe, se corresponden como sigue con las de la geotecnia original del emplazamiento de la CNC:

- UG2.1 LIMOS areno-arcillosos rojizos: esta unidad geotécnica se corresponde con los niveles que en los perfiles geotécnicos antiguos se describen como "arcilla calcárea marrón arenosa", que se sitúan a techo del paquete detrítico Mioceno. Aunque en la nomenclatura antigua se describan como arcillas, atendiendo a su granulometría en realidad se trata de limos areno-arcillosos, y también han sido investigados recientemente en otros emplazamientos de la CNC más próximos a la zona del reactor que el ATI, como el CAGE o el nuevo depósito de PCI.

Dentro de ésta, se localiza bajo la planta del ATI-100 una intercalación o subunidad de conglomerados dentro de los limos rojizos (UG2.1_Co). Presenta, por tanto, una continuidad lateral irregular, debido a su origen como depósitos de acarreos fluviales. Esta subunidad está ausente en otras zonas de la central.

- UG2.2_Li Limolitas rojizas: genéticamente son los mismos materiales que los pertenecientes a la UG-2.1, pero con un mayor grado de consolidación y cementación. De cara a la caracterización geotécnica del ATI-100 se ha diferenciado entre ambos porque su comportamiento en profundidad es más resistente y menos deformable que los niveles más superficiales, menos consolidados y sin cementación. En los perfiles geotécnicos antiguos no se hace una diferenciación entre ambos materiales, ya que son descritos como "arcilla calcárea marrón arenosa" incluso a profundidades superiores a 100m.

- UG2.2_Co Conglomerados: esta subunidad se describe en los perfiles geotécnicos antiguos como "conglomerado calcáreo marrón" y aparece intercalada con los paquetes de areniscas y arcillas calcáreas, al igual que en las investigaciones efectuadas para el ATI-24.

- UG2.2_Ar Areniscas: esta subunidad se describe en los perfiles geotécnicos antiguos como "arenisca calcárea marrón", en unas ocasiones más arenosa y en otras más arcillosa, y aparece intercalada con los paquetes de conglomerados y arcillas calcáreas, al igual que en las investigaciones efectuadas para el ATI-24.

Desde un punto de vista geotécnico y con un enfoque pragmático de cara al diseño geotécnico del ATI, se ha optado por unificar estas tres litologías en una única subunidad geotécnica UG-2.2 que engloba las alternancias de limolitas (arcillas calcáreas), conglomerados

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

y areniscas, ya que, pese a su litología diferenciada, presentan propiedades resistentes y deformacionales similares.

No obstante lo anterior, en el apartado de perfiles geotécnicos se incluye como anejo un perfil geotécnico general que unifica y conecta el emplazamiento del ATI y el emplazamiento de la isla de potencia, correlacionando la estructura geotécnica del subsuelo de ambos emplazamientos a partir de la información antigua disponible y la obtenida durante la campaña geotécnica del ATI.

Este perfil define hasta cinco (5) litotipos comunes para todo el emplazamiento de la CNC: tres (3) de edad Mioceno, clasificadas en función de su granulometría predominante (conglomerados/gravas, areniscas limo-arcillosas y limolitas arenoarcillosas), interdentadas entre sí; uno específico, asignable a la terraza cuaternaria situada en el emplazamiento del ATI; y un quinto, diferenciando los rellenos de explanación localizados en el entorno de las torres de refrigeración y las balsas de decantación. Si bien puede observarse cierta correlatividad, los cambios laterales de facies son la tónica habitual, común en ambientes sedimentarios continentales como el que nos ocupa.

Así mismo, dicho perfil incluye la posición promediada del nivel freático del acuífero mioceno identificado en toda la huella de la planta por los estudios hidrogeológicos llevados a cabo.

13. AGRESIVIDAD DEL MEDIO HACIA EL HORMIGÓN

La normativa de referencia es el Código Estructural (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio).

Artículo 27. Criterios específicos para las estructuras de hormigón.

Apartado. 27.1 Clases de exposición de los elementos de hormigón.

Corrosión por carbonatación: XC2 para elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente en contacto con agua o enterradas en suelos no agresivos (por ejemplo, cimentaciones).

Ataque químico. Según tabla 27.1.b:

Tabla 66. Tabla extraída del CE-21. Tipos de exposición química.

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		XA1	XA2	XA3
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
AGUA.	VALOR DEL pH, según UNE 83952.	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO_2 AGRESIVO (mg CO_2/ l), según UNE-EN 13577.	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH_4^+ / l), según UNE 83954.	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg^{2+} / l), según UNE 83955.	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO_4^{2-} / l), según UNE 83956.	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83957.	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO.	GRADO DE ACIDEZ. BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE-EN 16502.	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO_4^{2-} / kg de suelo seco), según UNE 83963.	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000
(*) Estas condiciones no se dan en la práctica.				

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

En el caso de elementos estructurales expuestos a ambientes con presencia de iones sulfato cuyos contenidos sean igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg, en el caso de suelos, el cemento deberá poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la vigente instrucción para la recepción de cementos.

Los resultados de los ensayos químicos realizados sobre muestras de sondeos son los siguientes:

Tabla 67. Parámetros para clasificar la agresividad de suelo al hormigón.

MUESTRA		TIPO	Litología	Sulfatos	Acidez Baumann-Gully	Carbonatos
Sondeo	Profundidad (m)			mg/kg	ml	%
S-40	7,00-7,25	MI	Limos arenosos	1056	10,2	29,8
S-41	7,80-8,21	MI	Limos arenosos	0	9,8	
S-43	7,50-7,80	MA	Grava y arena aluvial	614	14,5	
S-44	6,60-7,11	MI	Limos arenosos	0	17,9	
S-45	6,00-6,25	MI	Limos arcillosos	0	16,2	
S-47	9,30-9,83	MI	Limos arenosos	1422	12,7	
S-48	3,00-3,60	MI	Limos arenosos	0	17,1	
	12,60-13,1	TP	Limos arcillosos			29,3
S-49	1,00-1,60	SPT	Grava y arena aluvial	1097	21,6	
Número de ensayos				**8**	**8**	**2**
Máximo				**1422**	**21,6**	**29,8**
Mínimo				**0**	**9,8**	**29,3**
Promedio				**523**	**15,0**	**29,6**
Mediana				**306,9**	**15,4**	**29,6**
Desviación típica				**600,4**	**4,0**	**0,4**
C. de variación				**1,1**	**0,3**	**0,0**
Promedio - 0,5 D. típica				**223,3**	**13,0**	**29,4**

Tabla 68. Parámetros para clasificar la agresividad de agua al hormigón.

ANÁLISIS DE AGUA FREÁTICA								
Sondeo	Profundidad nivel (m)	Sulfato (mg/l)	pH	Residuo Seco (mg/l)	Magnesio (mg/l)	Amonio (mg/l)	Dióxido de carbono (mg/l)	Cloruros (mg/l)
S46	21,2	20,2	8,7	358	34	<1	10	53
S47	18,3	377,9	8,7	1078	30,0	<1	11,0	117

El tipo de exposición es "no agresivo" en suelo.

En cambio, el agua freática marca una agresividad débil por sulfatos (XA1) en una de las muestras.

No obstante, no se espera que las cimentaciones estén en contacto con el agua freática, situada a profundidades importantes.

No es necesario, por tanto, el empleo de cementos sulforresistentes en los hormigones en contacto con el terreno.

14. ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

14.1 Introducción

En los capítulos anteriores se ha definido la estructura litoestratigráfica y geotécnica del substrato del emplazamiento del futuro ATI-100. Además, se ha caracterizado el terreno base de

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

cimentación a partir de diversos ensayos in situ o de laboratorio realizados al efecto durante la campaña de prospecciones promovida por IGN y realizada por CODEXSA y GEOFÍSICA CONSULTORES.

En un análisis preliminar, en función de los resultados de la investigación y las características de la instalación, se constata que el substrato es competente y presenta una capacidad portante suficiente como para determinar la utilización de cimentaciones directas en forma de losa y para las presiones de trabajo previstas. Esto se comprobará en apartados posteriores, mediante las verificaciones oportunas.

Sobre la base de la explanación proyectada, con rasante dispuesta entre las cotas +369,00 msnm y +370,00 msnm, la totalidad de la cimentación prevista para el ATI se apoyará sobre la unidad geotécnica UG-1 constituida por conglomerados de cantos calcáreos heterométricos, si bien muy cerca del techo del zócalo mioceno (UG-2.1).

Las presiones aplicadas por una cimentación afectan hasta una profundidad proporcional a sus dimensiones, convencionalmente limitada en la que el incremento de la presión vertical efectiva debido a la carga de cimentación es superior al 5% de la presión debida a la sobrecarga efectiva de tierras (según CTE-SE-C). Según indica el EC7, para zapatas suele adoptarse grosso modo una profundidad en torno a 1-1,5 veces su anchura, mientras que para losas ligeras es mucho menor.

14.2. Objetivos

Los objetivos planteados en el análisis geotécnico de la cimentación de estructuras son los siguientes:

- Determinar la presión de hundimiento del terreno (*ELU*), para las dimensiones de cimiento previstas. Define el valor máximo que puede adoptar una cimentación, antes de que el terreno colapse.
- Estimar la presión admisible del terreno (*ELS*), que garantice el correcto comportamiento de las cimentaciones y el funcionamiento de los equipos o estructuras que sustenta, al menos durante la vida útil de la instalación. Por definición, suele ser siempre inferior a *ELU*.
- Determinar el módulo de balasto vertical (k_v) en la interacción losa-terreno, para su utilización en los modelos estructurales de diseño.

14.3 Requisitos para la cimentación

De acuerdo con los objetivos marcados, para el proyecto de una cimentación deben cumplirse los siguientes requisitos:

1. La estructura constituida por la cimentación debe situarse convenientemente con respecto a cualquier influencia que pudiera afectar a su comportamiento (condición de exclusión de singularidades).
2. El conjunto cimentación-terreno deberá permanecer estable, contando con un factor de seguridad adecuado respecto su límite de rotura por hundimiento (condición de estabilidad).
3. Los asentamientos y deformaciones de la cimentación no deberán producir daños en la estructura, que impidieran o limiten su utilización normal (condición de asentamiento).
4. La cimentación deberá estar debidamente protegida a la agresividad físico–química del terreno y el agua circundante.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

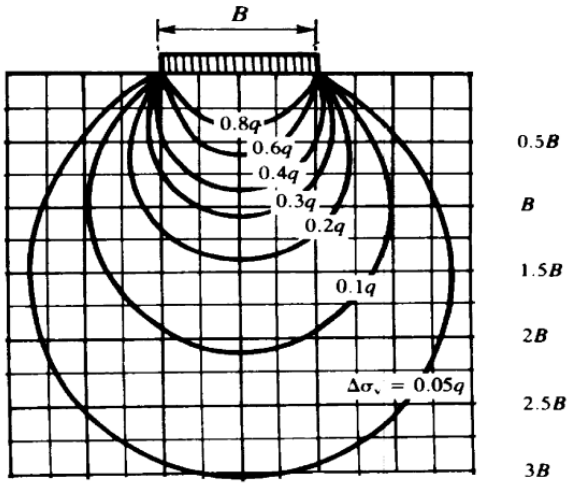


Figura 33. Esquema del bulbo de tensiones bajo una zapata cuadrada (Tomado de Mecánica de suelos de Peter L. Berry – David Reid. Pag 68, pag 70)

14.4. Geometría y presiones estáticas de trabajo de las cimentaciones previstas

De acuerdo con la información facilitada por IGN, las características geométricas a tener en cuenta para los principales elementos que componen la nueva estructura es la mostrada en las figuras y párrafos siguientes.

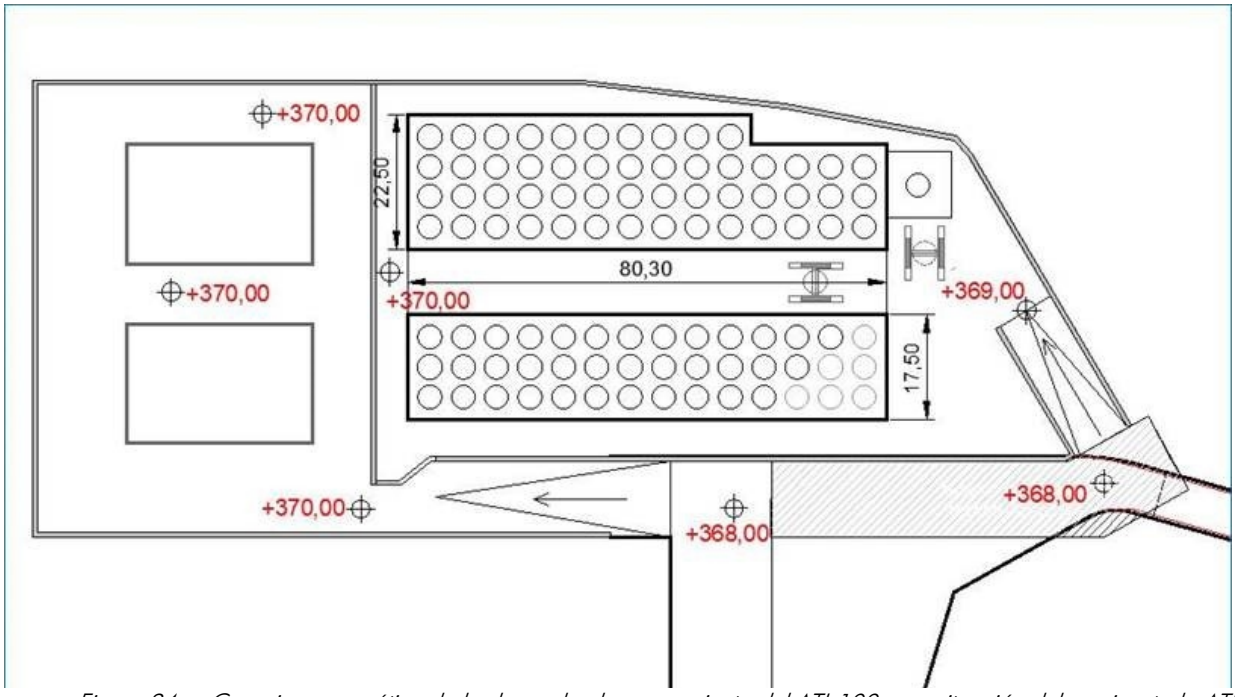


Figura 34. Croquis esquemático de las losas de almacenamiento del ATI-100, con situación del ya ejecutado ATI-24. Cotas en m, S/E.

La nueva estructura se compone de dos losas de almacenamiento de 1 m se espesor y de forma rectangular. La cota superior de acabado de la losa será la +370,0msnm.

El eje intermedio de las losas viene a coincidir prácticamente con el perfil geotécnico N.º 2. La losa situada al norte presenta, en planta una figura compuesta por dos rectángulos

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

solidarios de dimensiones 57,70 x 22,50 m y 22,60 x 17,50 m. La losa situada al sur presenta un contorno rectangular de dimensiones 80,30 x 17,50 m. Se considera sobre ellas una sobrecarga de trabajo uniformemente repartida de 85 kPa.

Perimetralmente, ambas losas estarán rodeadas por un muro-ménsula autoportante de hormigón armado de hasta 6 m de altura.

Con las consideraciones anteriores, y con el fin considerar escenarios apropiados para la obtención de los resultados perseguidos, los modelos FEM2D generados han sido los siguientes:

- Sección Perfil N.º 6: Las losas principales de almacenamiento y los muros norte y sur modelados sobre perfil geotécnico P6.
- Sección Perfil N.º 5: Las losas principales de almacenamiento y los muros norte y sur modelados sobre perfil geotécnico P5.
- Sección Perfil N.º 2: El conjunto de losa de almacenamiento ya ejecutada (proyecto anterior ATI-24, eje longitudinal de las losas de almacenamiento principal y muros este y oeste. Este conjunto modelado sobre el perfil geotécnico P2, para analizar su interacción.

En cada sección modelizada se han considerado las siguientes fases de cálculo:

- Fase 0: Estado previo
- Fase 1: Ejecución de plataformas y cajeados de los muros perimetrales
- Fase 2: Ejecución de losas de almacenamiento y muros perimetrales
- Fase 3: Relleno trasdós muros perimetrales
- Fase 4: Activación de sobrecargas de servicio

La geometría preliminar del muro se muestra en la siguiente figura:

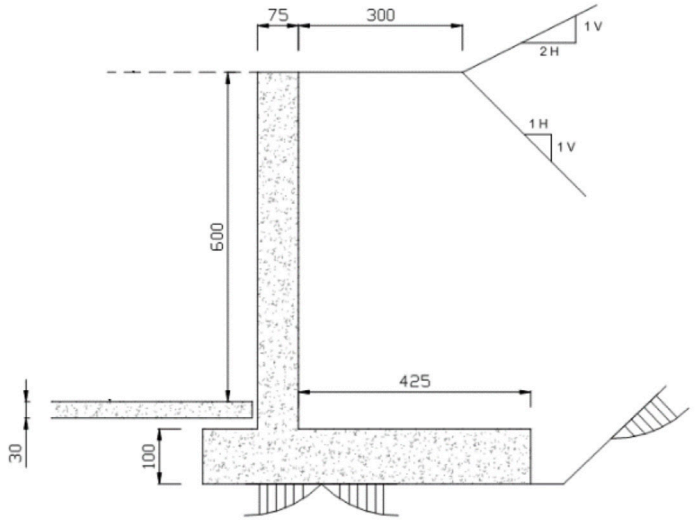


Figura 35. Sección transversal de muro tipo ménsula perimetral. Cotas en cm, S/E.

Sobre la base de estas geometrías y las cargas descritas se van a realizar los análisis de las cimentaciones. En cualquier caso, si se considerase alguna otra cimentación que difiriese de las expuestas en este epígrafe, se recomienda efectuar una revisión de los cálculos geotécnicos para dichas cimentaciones.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

14.5. Condición de exclusión de singularidades

Sobre la base de los perfiles obtenidos de la investigación, los niveles geotécnicos definidos presentan propiedades con suficiente homogeneidad. No obstante, el contacto erosivo entre la terraza cuaternaria (UG-1) y el zócalo limolítico mioceno (UG-2.1) presenta algunas variaciones en cota. Por otra parte, la terraza UG-1 podría albergar algunos bancos arenosos dentro de la masa conglomerática, que requirieron su reemplazo dada su baja compacidad.

Las actuales laderas naturales norte y este son estables, con pendientes suaves en torno al 14%, que no son determinantes en la condición por deslizamiento.

14.6. Condición de Estabilidad (ELU)

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos y la metodología de cálculo empleada en el estudio de la condición de estabilidad local en las cimentaciones proyectadas.

14.6.1. Fundamento teórico

La condición de estabilidad de una cimentación es aquella que debe verificar que la situación de servicio de cada cimentación está suficientemente alejada del estado de rotura del suelo. Para ello se establecen los siguientes pasos:

Cálculo de la Carga de Hundimiento (q_h), de define el estado de rotura del terreno, para las distintas dimensiones de cimentaciones previstas.

Determinación de un Factor de Seguridad (FS) en función de la fiabilidad de los parámetros geotécnicos obtenidos para cada suelo, obtenidos o deducidos en las investigaciones realizadas en el emplazamiento y de la importancia de los elementos a sustentar.

Deducción de la Carga Admisible (q_{adm}), es decir, la presión máxima que puede transmitir una cimentación al terreno. Se establece de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$q_{adm} \leq \frac{q_h}{FS}$$

Donde convencionalmente se utiliza un FS=3.

La tensión admisible obtenida por riesgo de hundimiento será mayor o igual a la presión admisible por razón de asentamientos máximos asumibles.

El cálculo de la presión de hundimiento se ha realizado mediante el software basado en elementos finitos PLAXIS® 2D v.21.0.00.479 (Build 479), aplicando el método ϕ-c reduction. El procedimiento ϕ-c reduction consiste en reducir progresivamente los parámetros de resistencia efectiva tanϕ' y c' del suelo hasta que se produce la rotura de la estructura, obteniéndose un factor de seguridad FS que se define como el cociente de los parámetros de resistencia original divididos por los parámetros de resistencia reducida, y controla la reducción de tanϕ' y c' en una etapa dada del análisis.

$$FS = \frac{Resistencia\ disponible}{Resistencia\ en\ rotura}$$

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Esta metodología permite obtener la capacidad última del terreno considerando todas las unidades geotécnicas en profundidad, obteniendo el factor de seguridad para una tensión de servicio determinada.

De acuerdo al EC7, en la evaluación analítica de la capacidad portante vertical de proyecto de una cimentación superficial se deben considerar tanto las situaciones a largo como a corto plazo, especialmente en suelos de grano fino, donde los cambios de presión intersticial pueden provocar cambios en la resistencia al corte.

En el caso del ATI, se ha efectuado el cálculo en la situación drenada para la unidad de conglomerados, dado su elevado contenido en arenas y gravas, y la situación no drenada para las unidades geotécnicas subyacentes, con un contenido significativo de finos, unas presiones de trabajo muy inferiores a la resistencia a compresión simple y a la presión de preconsolidación del terreno, y situadas en parte bajo el nivel freático.

14.6.2. Cálculo de las presiones admisibles en razón al hundimiento.

Los parámetros geotécnicos de partida para la aplicación de los criterios de cálculo son los siguientes, cuya obtención se ha justificado en el apartado 11:

Tabla 69. Resumen de parámetros de diseño de las diferentes unidades geotécnicas

PARÁMETROS DE RESISTENTES Y DEFORMACIONALES	UG1 Conglomerados. Terraza aluvial	UG2.1_Li Limos areno-arcillosos rojizos	UG2.1_Co Intercalación de conglomerados	UG2.2 Composite. Alternancia de limolitas, conglomerados y areniscas
Cohesión efectiva, c´(kPa)	20	45	20	108
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	37	27	37	32
Peso específico aparente γ (kN/m³)	17,5	21,5	23,6	23
Resistencia al corte sin drenaje C_U (kPa)	-	475	-	-
Resistencia a compresión RCU (MPa)	-	0,95	0,76	2
Módulo de Young, E_s (MPa)	110	200	200	306
Coeficiente de Poisson ν	0,3	0,33	0,3	0,33
Módulo presiométrico E_M (MPa)	37,5	170	170	233
Presión límite P_L (MPa)	4,1	9	9	23,8
C. de permeabilidad K (m/s)	6,54E-06	4,56E-09	1,05E-07	3.92E-9 (Li) / 7.51E-8 (Co)

Debe tenerse en cuenta que los modelos se basan en simplificaciones geométricas y no consideran variables puntuales, sino que se basan en la caracterización de cada unidad geotécnica, y por lo tanto no simulan perfectamente el comportamiento del terreno en cada punto. En consecuencia, debemos entender los modelos como una aproximación al comportamiento del terreno, que será tanto más precisa cuanto más se asemeje el modelo a la situación real. Los modelos de elementos finitos empleados en el cálculo son los que se muestran en las figuras 37, 38 y 39, considerando 3 cortes representativos del terreno denominados perfiles N.º 2, 5 y 6

Para lograr el mallado del modelo (mallado de elementos finitos) se ha utilizado un elemento del tipo "tetraedro de 10 nodos" para mallar materiales tipo suelo y hormigón (en el caso del modelo que incluye la geometría real de la pila 5) y para estructuras bidimensionales tipo placa se han empleado elementos de 6 nodos.

Los límites de la geometría se han establecido teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones en relación con el tamaño de la malla:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

- la menor influencia de los bordes en el problema del estudio.
- que no se generan puntos de plasticidad cerca de los bordes.
- que el movimiento cerca de los bordes laterales es insignificante con respecto a lo que se genera en el área de influencia de la pila.

Los estados de tensión geo-estático iniciales se han determinado utilizando el método "Ko-Procedure" válido en cálculos con Plaxis para terrenos con superficies aproximadamente horizontales. Por lo tanto, la tensión vertical en un punto es igual al peso de la columna de tierra que soporta, y la tensión horizontal inicial $\sigma'_{h,0}$, está relacionada con la tensión vertical inicial real a través de la relación $K_0=(1-sen\phi)$



Figura 36. Planta conjunta ATI100 y ATI24 con los perfiles escogidos para el cálculo.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

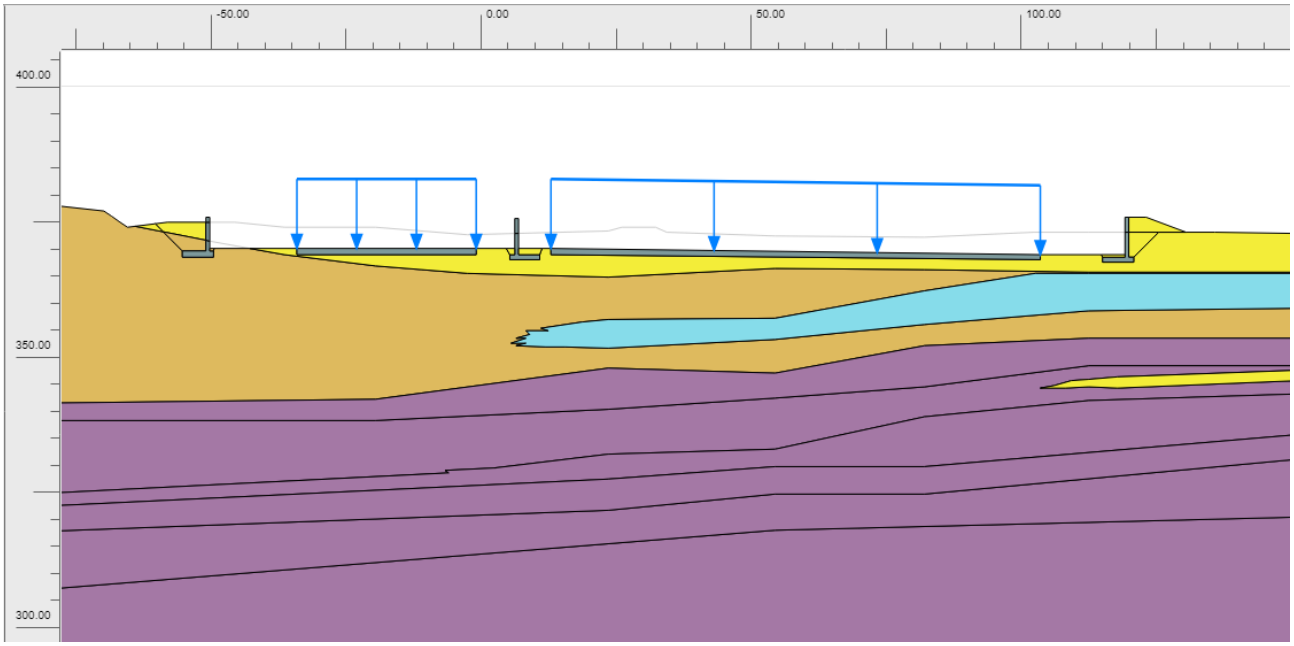


Figura 37. Geometría del modelo de elementos finitos, perfil N.º 2

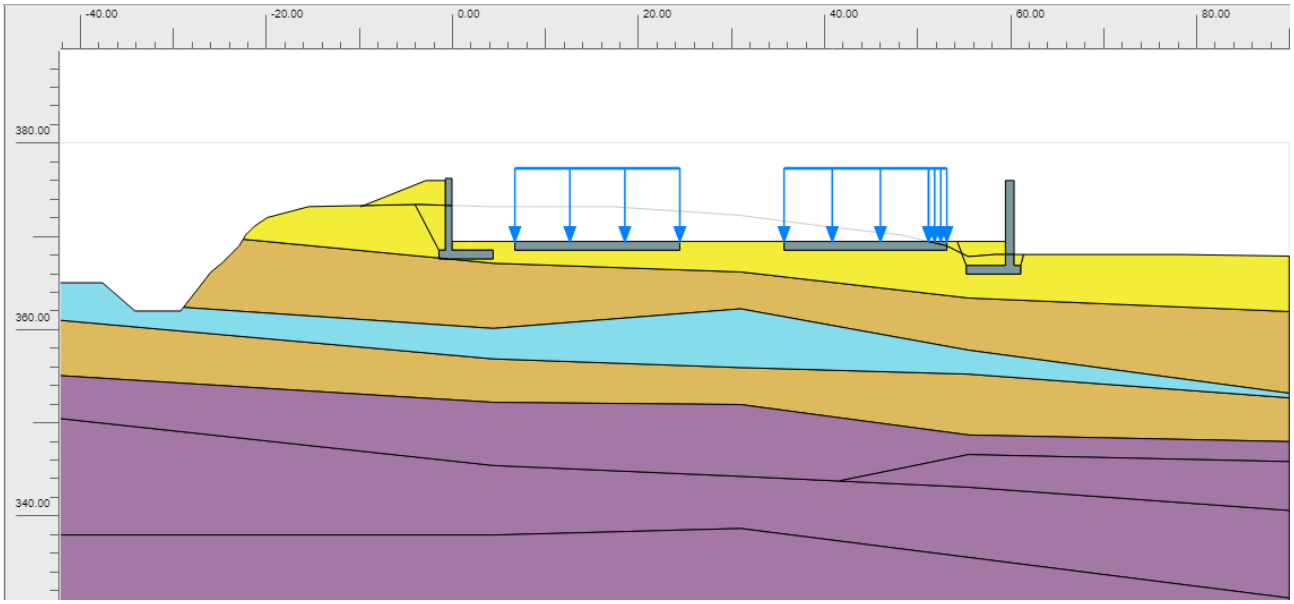


Figura 38. Geometría del modelo de elementos finitos, perfil N.º 5

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

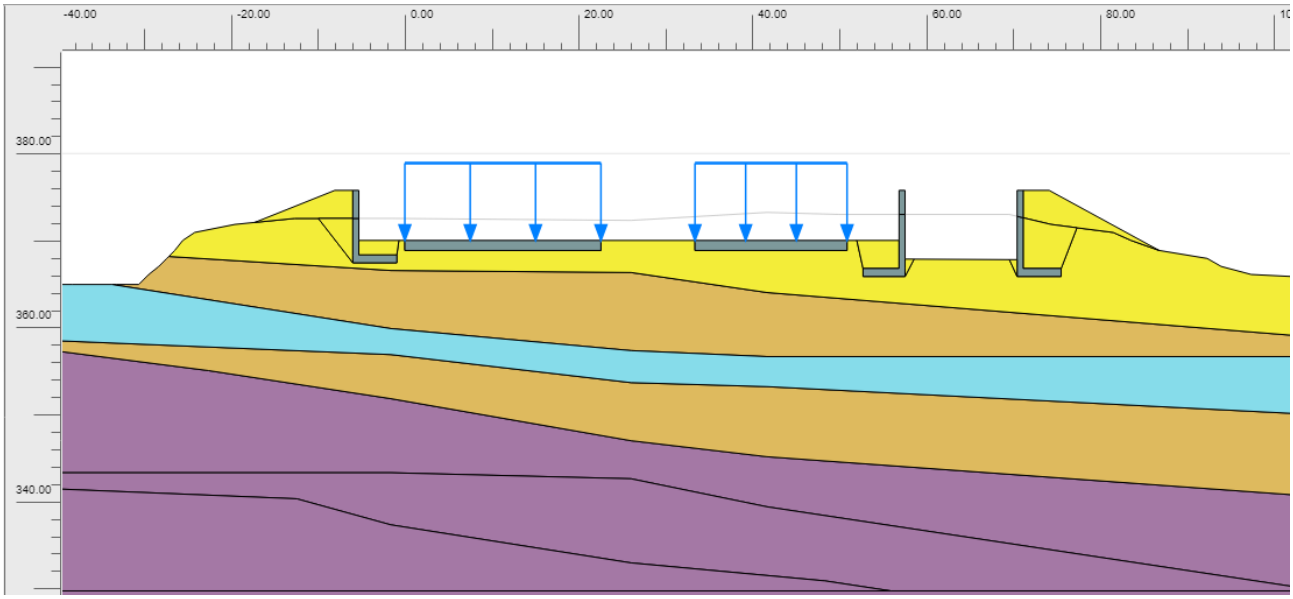


Figura 39. Geometría del modelo de elementos finitos, perfil N.º 6

Adoptando un punto de vista conservador, y a pesar de no haberse detectado tan somero durante la investigación, el nivel freático se ha situado a la cota +366 msnm en todos los perfiles analizados, coincidente aproximadamente con el contacto terraza/zócalo, quedando 2 m por debajo de la coronación de las losas de almacenamiento.

Para abordar las comprobaciones frente a hundimiento, se efectúa en primer lugar la sobrecarga de la losa de almacenamiento hasta alcanzar el fallo por hundimiento de la losa. Se sigue un proceso iterativo, incrementando la tensión de servicio progresivamente hasta alcanzar un factor de seguridad >1, pero muy próximo a 1.

Se efectúa además un análisis de la presión admisible para la cimentación del muro perimetral, que será diferente debido a sus diferentes dimensiones respecto a las losas. En la tabla siguiente se muestran las presiones de hundimiento y admisibles obtenidas siguiendo esta metodología.

Tabla 70. carga admisible obtenida por el método de los elementos finitos. Perfil N.º 2

CIMENTACIÓN	Dimensiones de la cimentación (m)			Presión de hundimiento "qh" (kPa)	Factor de seguridad aplicado (FS)	Presión admisible (ELU) "qadm" (kPa)
	Anchura -B-	Longitud -L-	Canto -D-			
L. ALMACEN.	17,5	80,3	1	1.985	3	662
Zapata Muro Este	6	-	1	1.222	3	407

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 71. carga admisible obtenida por el método de los elementos finitos. Perfil N.º 5

CIMENTACIÓN	Dimensiones de la cimentación (m)			Presión de hundimiento "qh" (kPa)	Factor de seguridad aplicado (FS)	Presión admisible (ELU) "qadm" (kPa)
	Anchura -B-	Longitud -L-	Canto -D-			
Losa Norte	17,5	80,3	1	1.768	3	589
Losa Sur	17,5	80,3	1	1.647	3	549
Zapata M. Norte	6	-	1	1.228	3	409
Zapata M. Sur	6	-	1	1.219	3	406

Tabla 72. carga admisible obtenida por el método de los elementos finitos. Perfil N.º 6

CIMENTACIÓN	Dimensiones de la cimentación (m)			Presión de hundimiento "qh" (kPa)	Factor de seguridad aplicado (FS)	Presión admisible (ELU) "qadm" (kPa)
	Anchura -B-	Longitud -L-	Canto -D-			
Losa Norte	22,5	80,3	1	1832	3	611
Losa Sur	17,5	80,3	1	1712	3	571
Zapata M. Norte	6	-	1	1.254	3	418
Zapata M. Sur	6	-	1	1.208	3	403

Considerando los valores de tensiones admisibles mínimos obtenidos con los cálculos de Plaxis 2D se establecen las siguientes presiones admisibles frente a hundimiento (ELU):

- Losas de almacenamiento=500 KPa
- Zapata corrida en muros = 400 KPa

Sin embargo, en el caso de losas de cimentación son generalmente los asientos los que limitan las presiones máximas aplicables sobre el terreno, lo que suele convertir a la condición de asentamientos (ELS) en la más restrictiva a la hora de definir la presión máxima de trabajo.

En las siguientes figuras se muestran los mecanismos de fallo en cada una de las situaciones consideradas para obtener un factor de seguridad próximo a la unidad:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

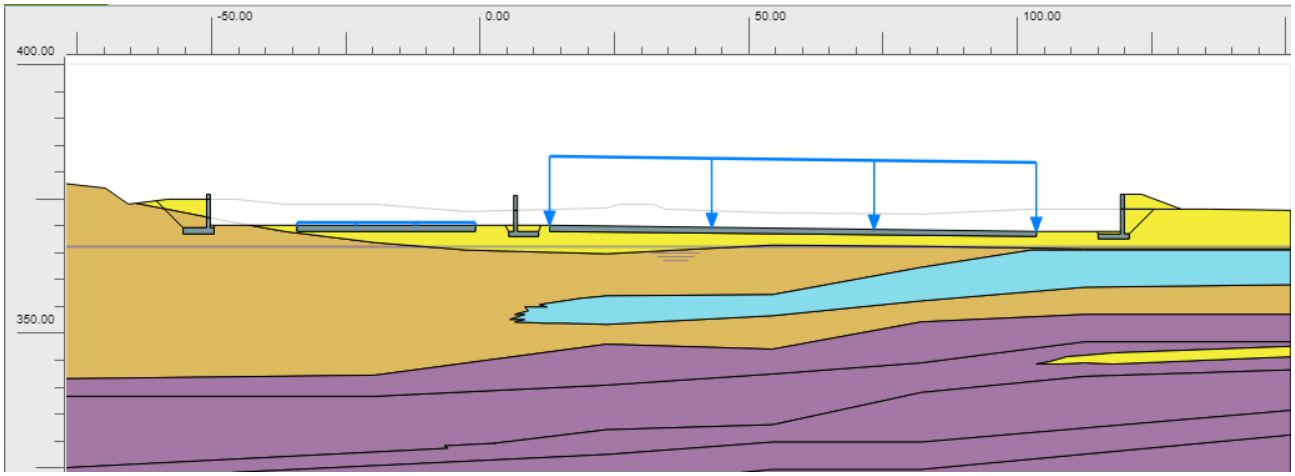


Figura 40. Modelo de carga en losas de almacenamiento del perfil N.º 2, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00. Resto de losas con su carga de servicio.

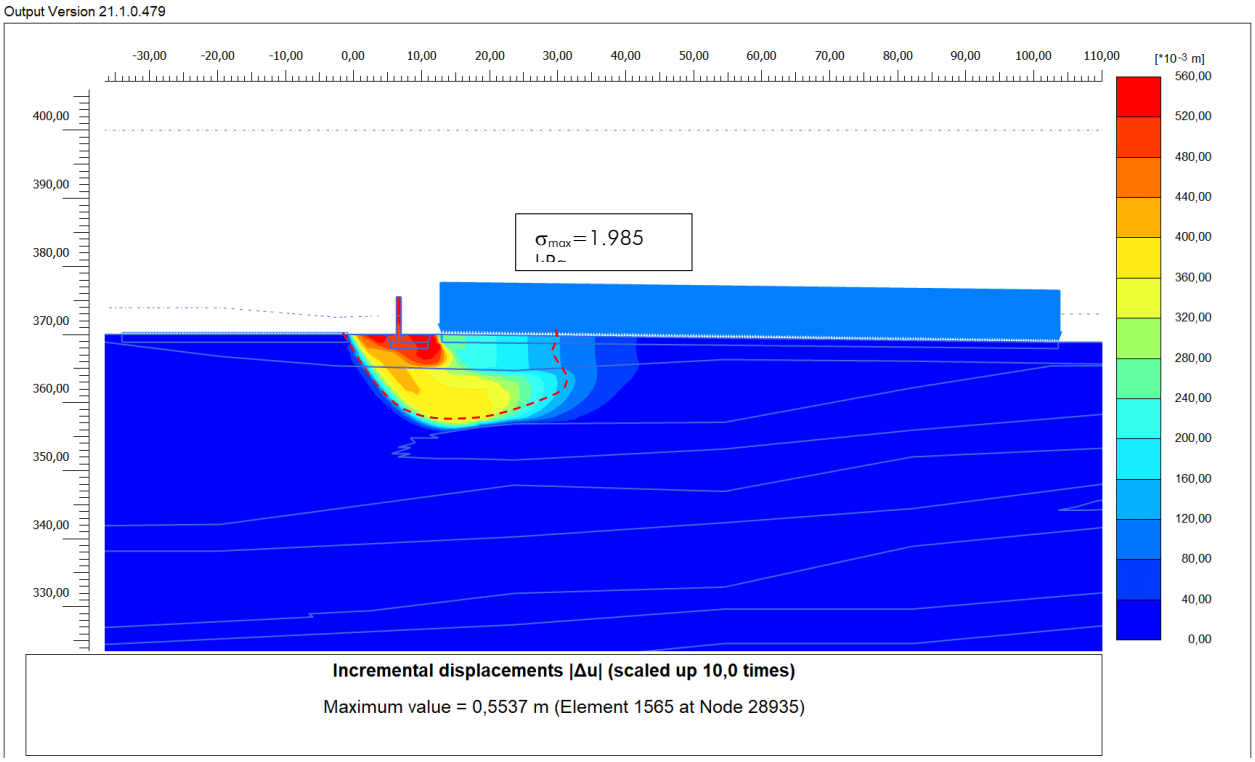


Figura 41. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) de la losa de almacenamiento en perfil N.º 2, para una tensión máxima de 1.985 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00 (σ_{adm} = 662 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

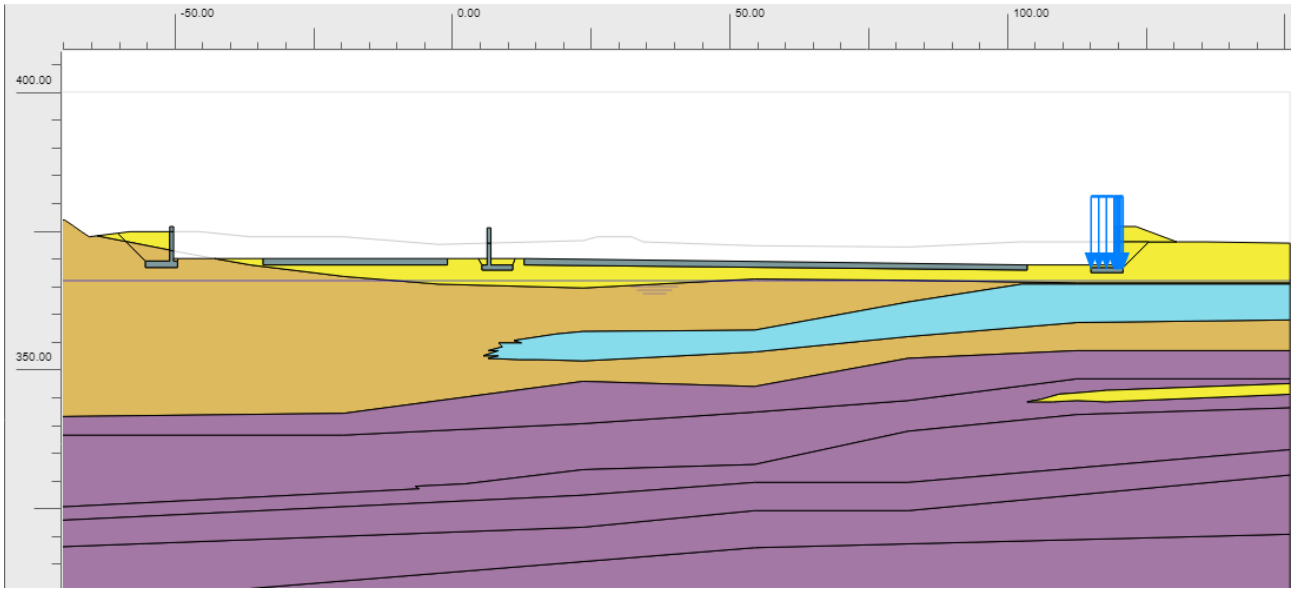


Figura 42. Modelo de carga en zapata de muro este en perfil N.º 2, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00. Resto de losas con su carga de servicio.

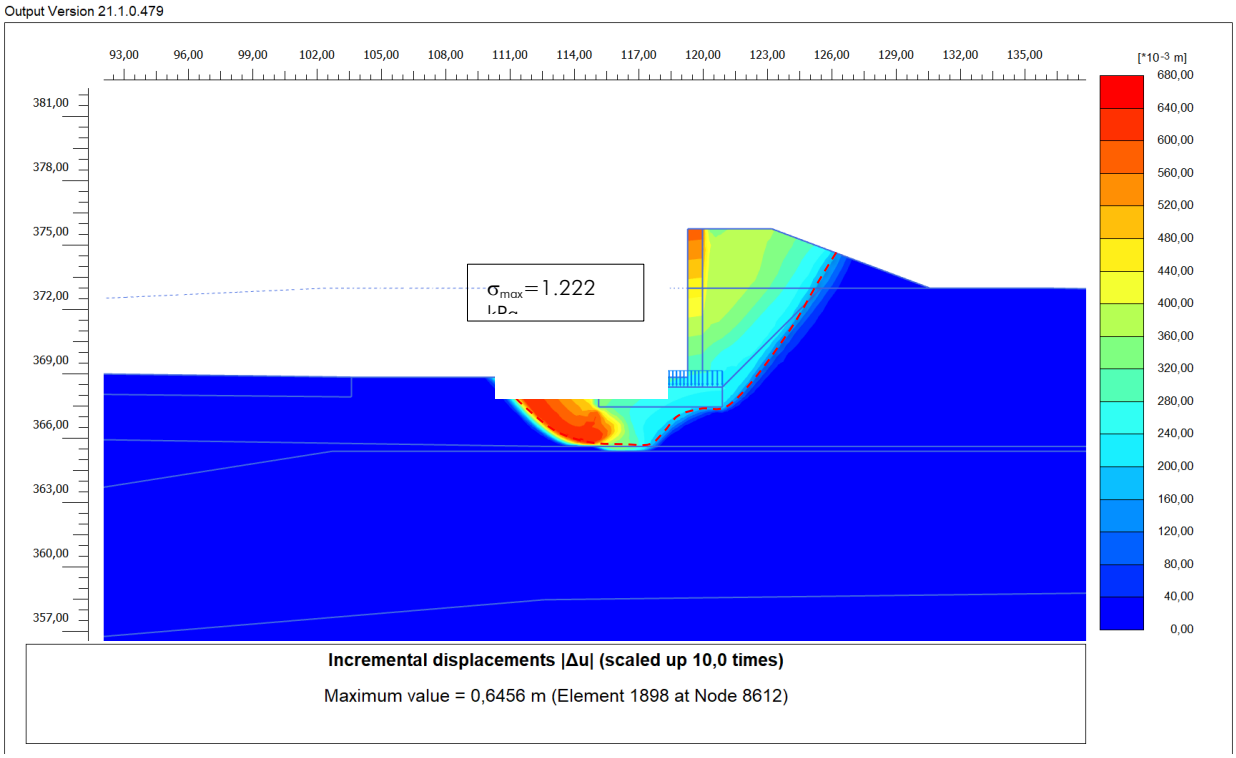


Figura 43. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) muro este en perfil N.º 2, para una tensión máxima de 1.222 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00 (σ_{adm} = 407 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

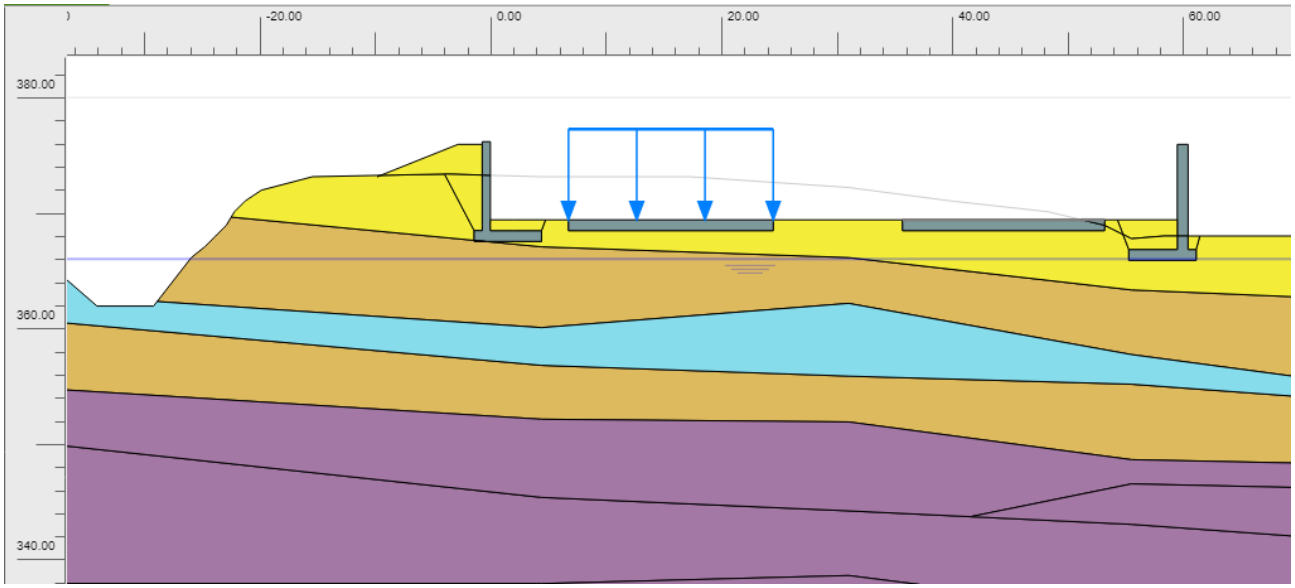


Figura 44. Modelo de carga en losa de almacenamiento norte del perfil N.º 5, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00.

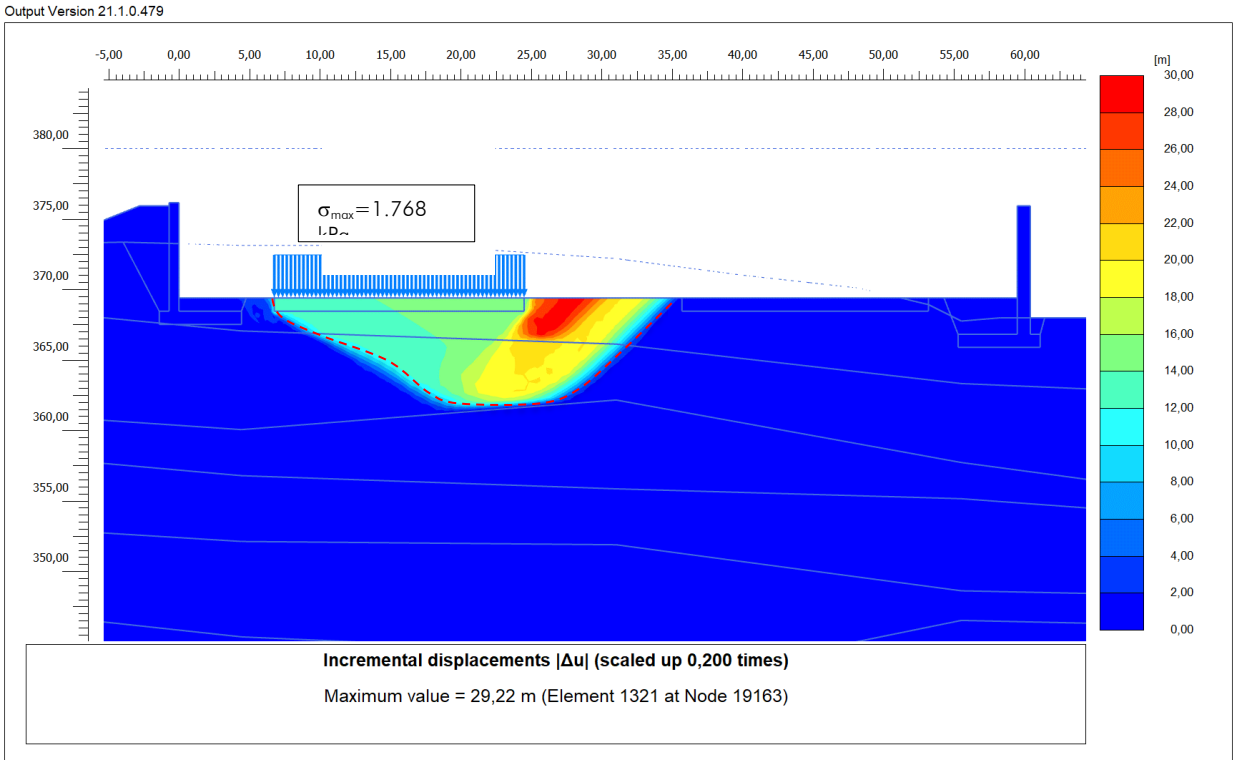


Figura 45. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) de la losa de almacenamiento norte en el perfil N.º 5, para una tensión máxima de 1.768 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00. (σadm = 549 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

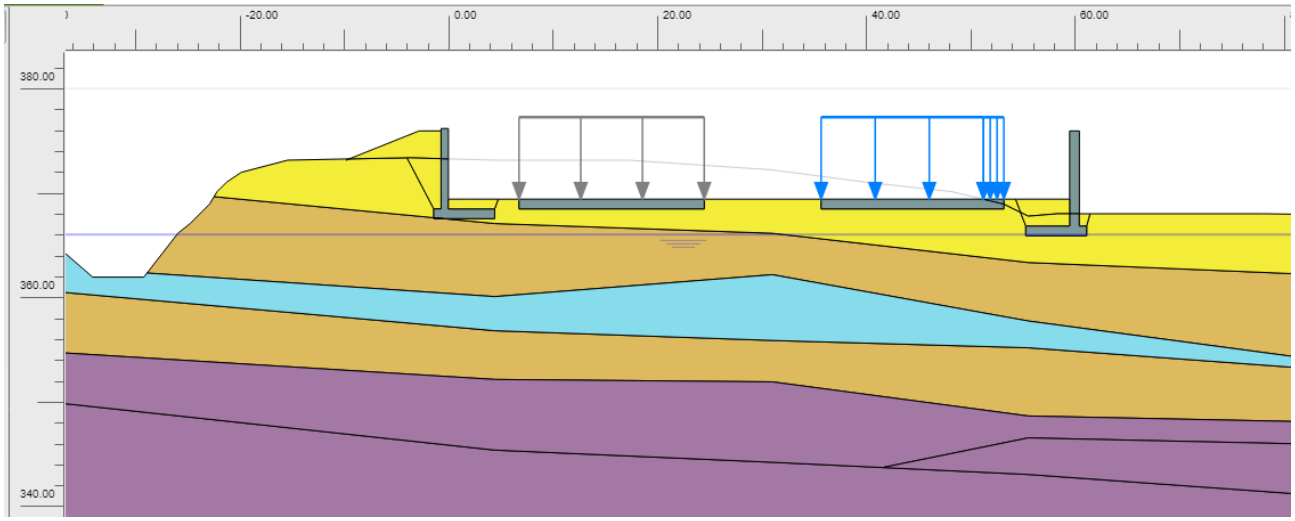


Figura 46. Modelo de carga en losa de almacenamiento sur del perfil N.º 5, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00.

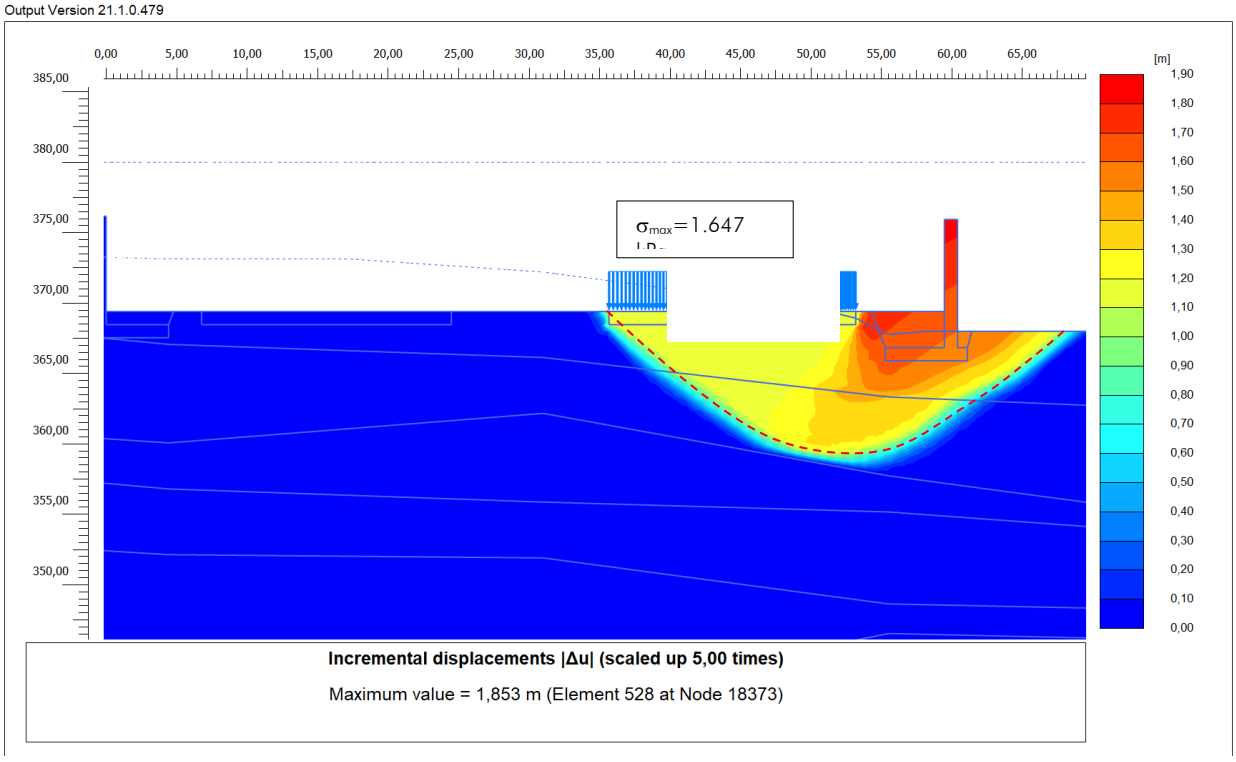


Figura 47. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) de la losa de almacenamiento sur en el perfil N.º 5, para una tensión máxima de 1.647 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00. (σadm = 549 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

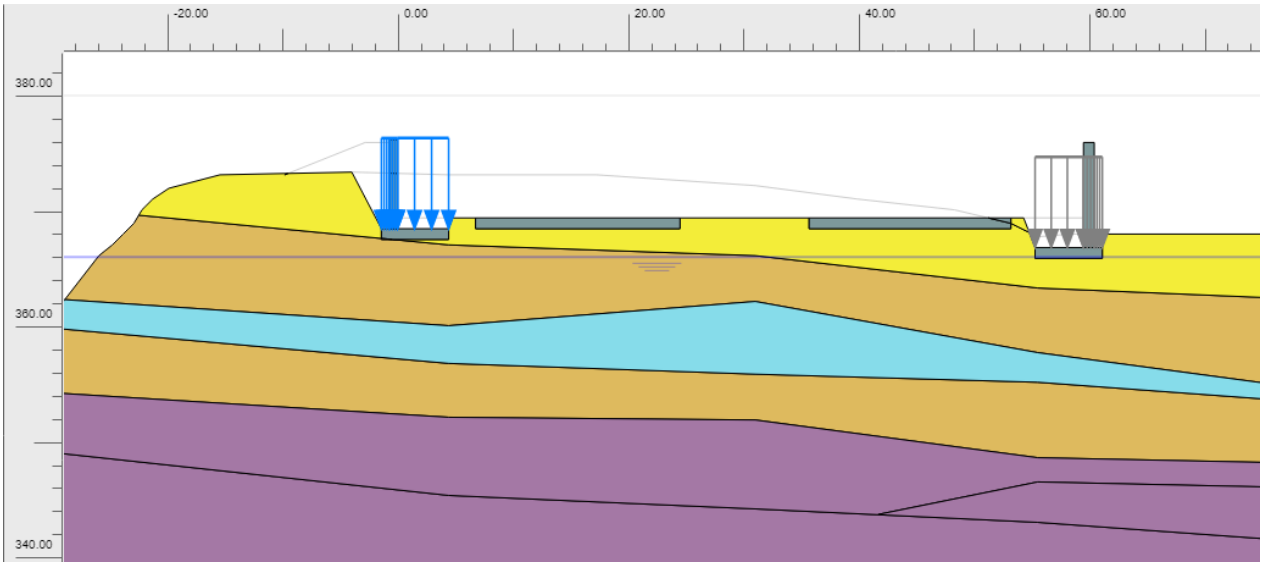


Figura 48. Modelo de carga en zapata de muro norte del perfil N.º 5, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00.

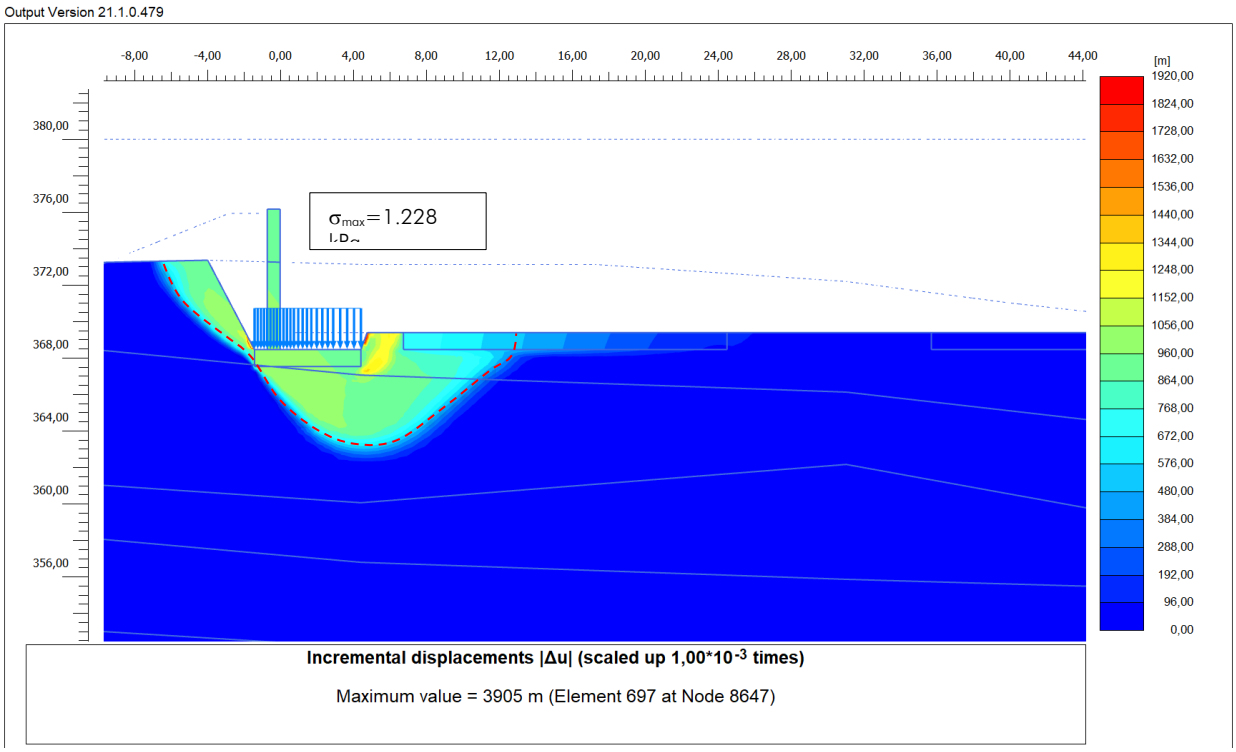


Figura 49. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) de la zapata del muro perimetral norte en perfil N.º 5, para una tensión máxima de 1.228 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00. (σadm = 409 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

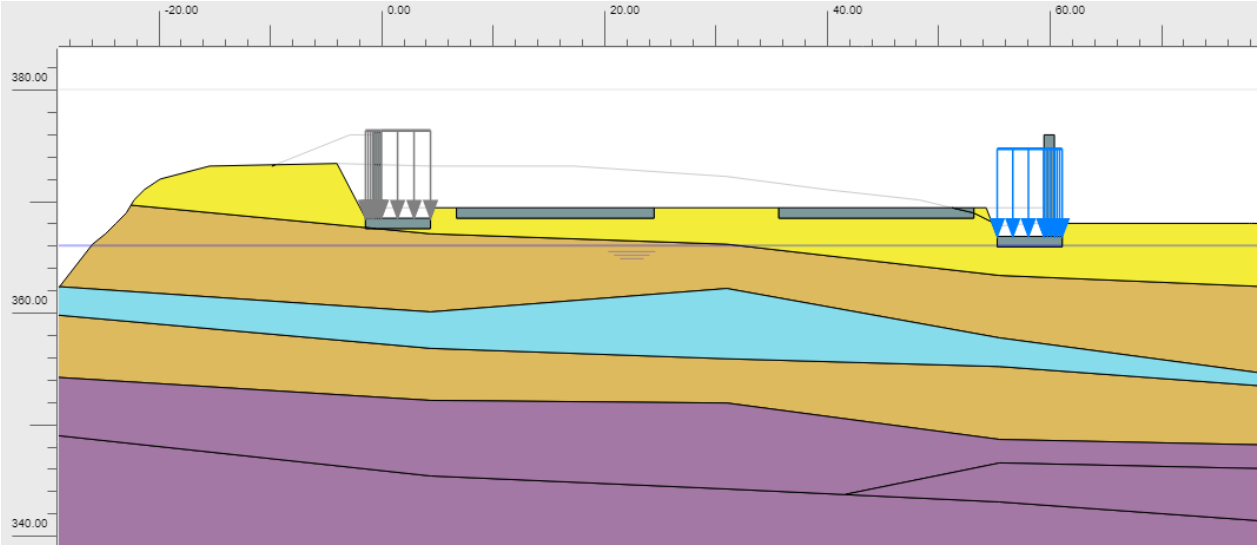


Figura 50. Modelo de carga en zapata de muro sur del perfil N.º 5, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00.

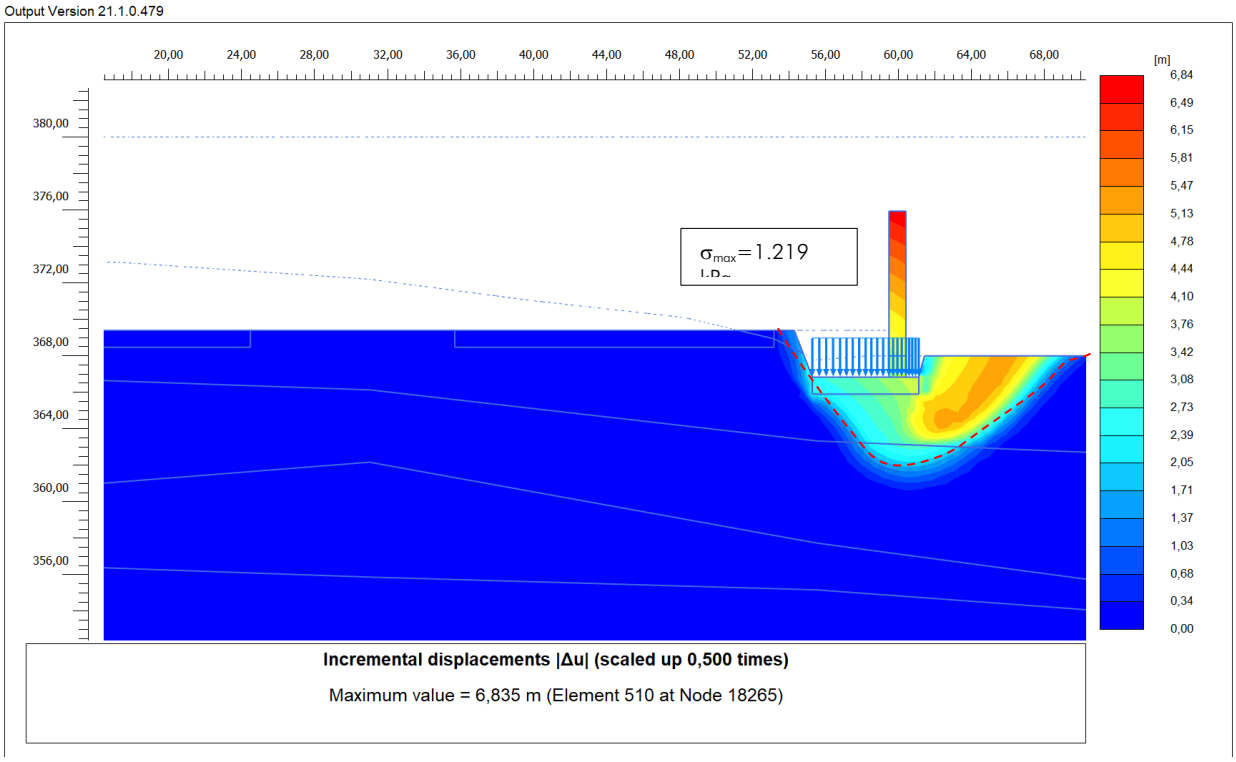


Figura 51. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) de la zapata del muro perimetral sur en perfil N.º 5, para una tensión máxima de 1.219 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00. (σadm = 406 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

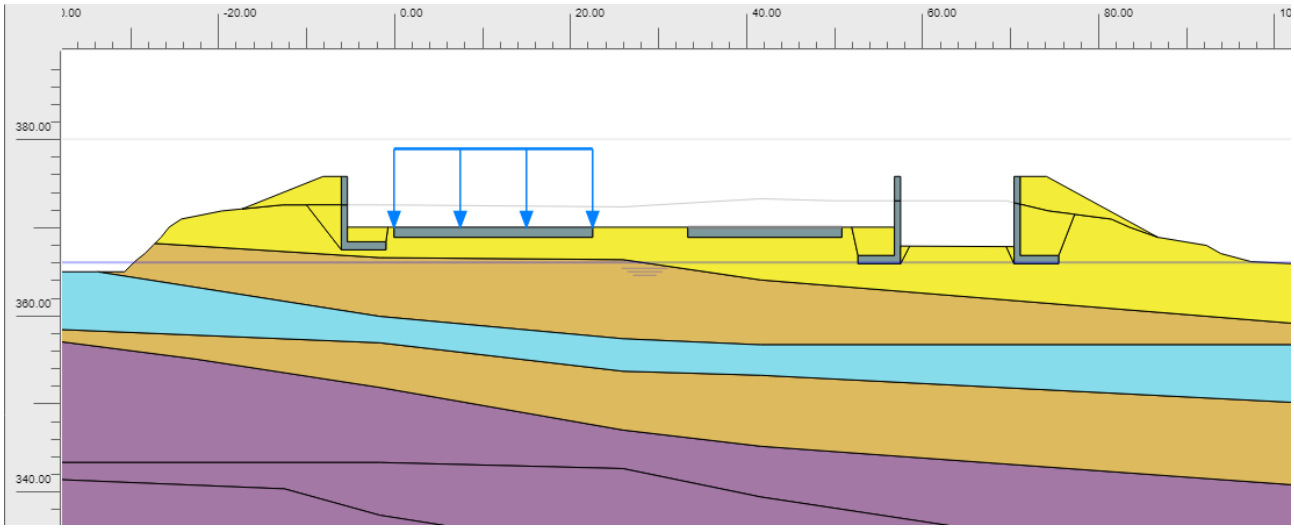


Figura 52. Modelo de carga en la losa de almacenamiento norte en perfil N.º 6, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00.

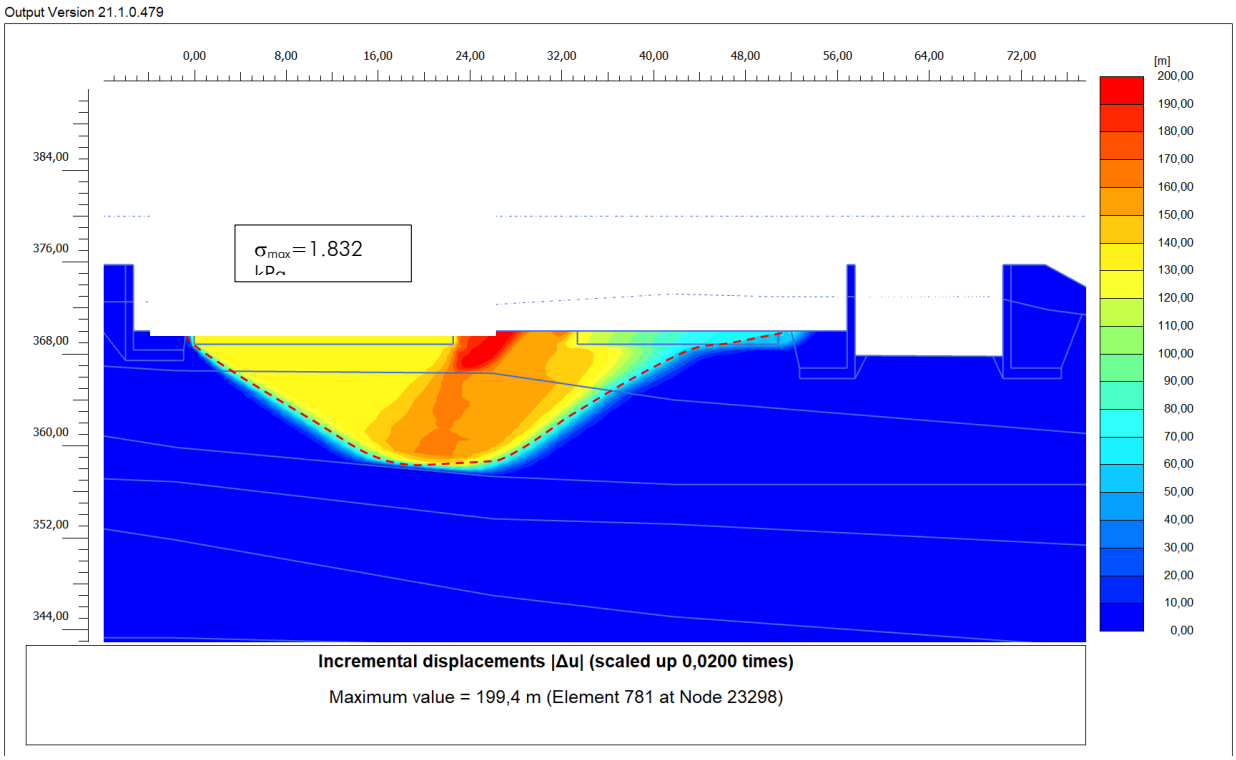


Figura 53. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) de la losa de almacenamiento norte en perfil N.º 6, para una tensión máxima de 1.832 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00 (σ_{adm} = 611 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

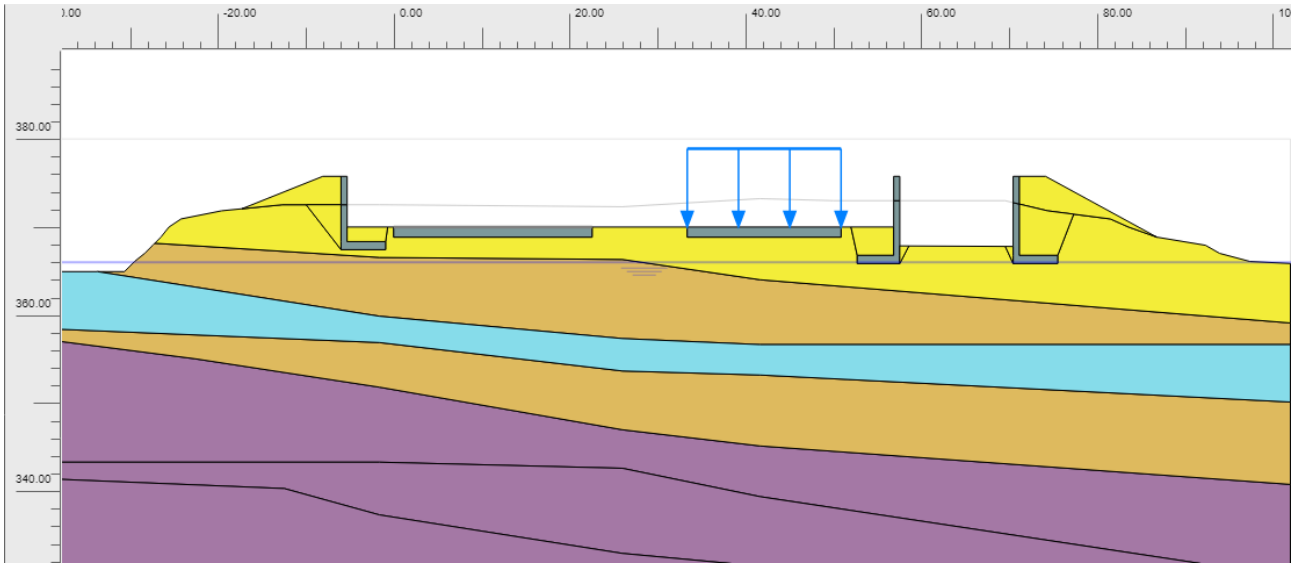


Figura 54. Modelo de carga en la losa de almacenamiento sur en perfil N.º 6, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00.

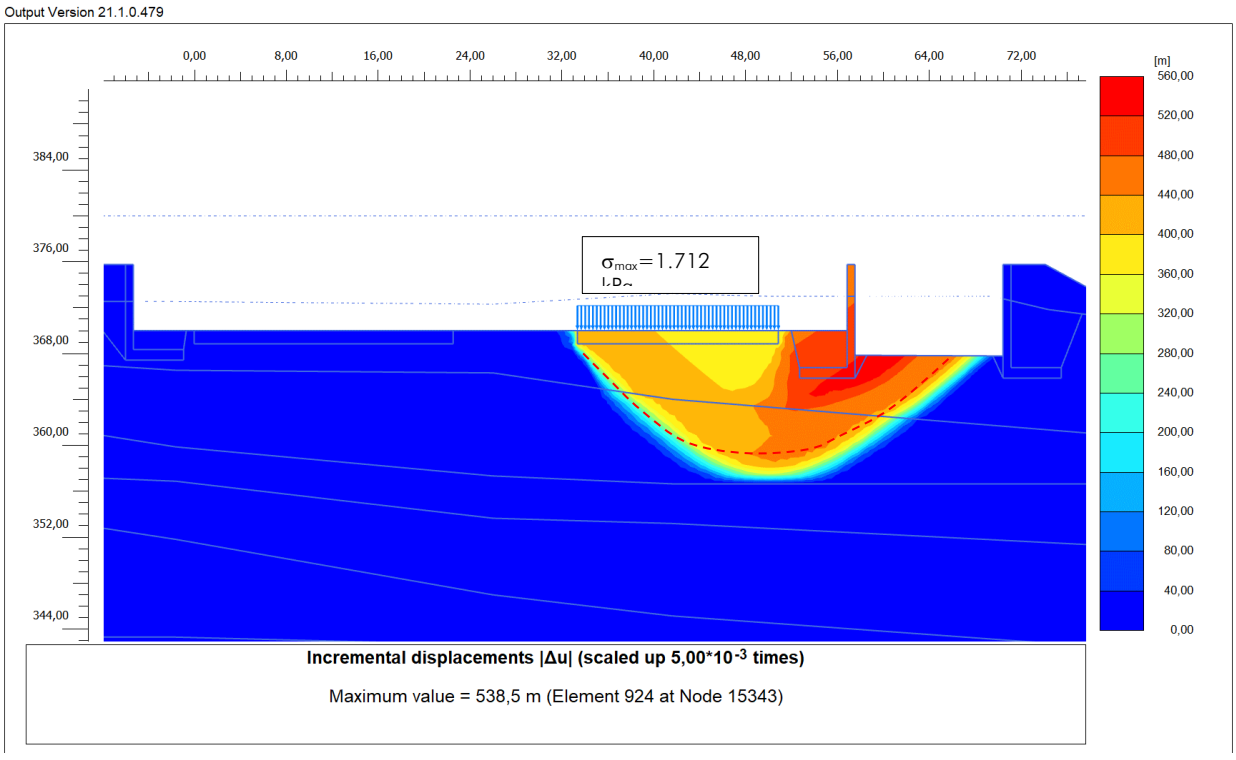


Figura 55. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) de la losa de almacenamiento sur en perfil N.º 6, para una tensión máxima de 1.712 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00 (σ_{adm} = 571 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

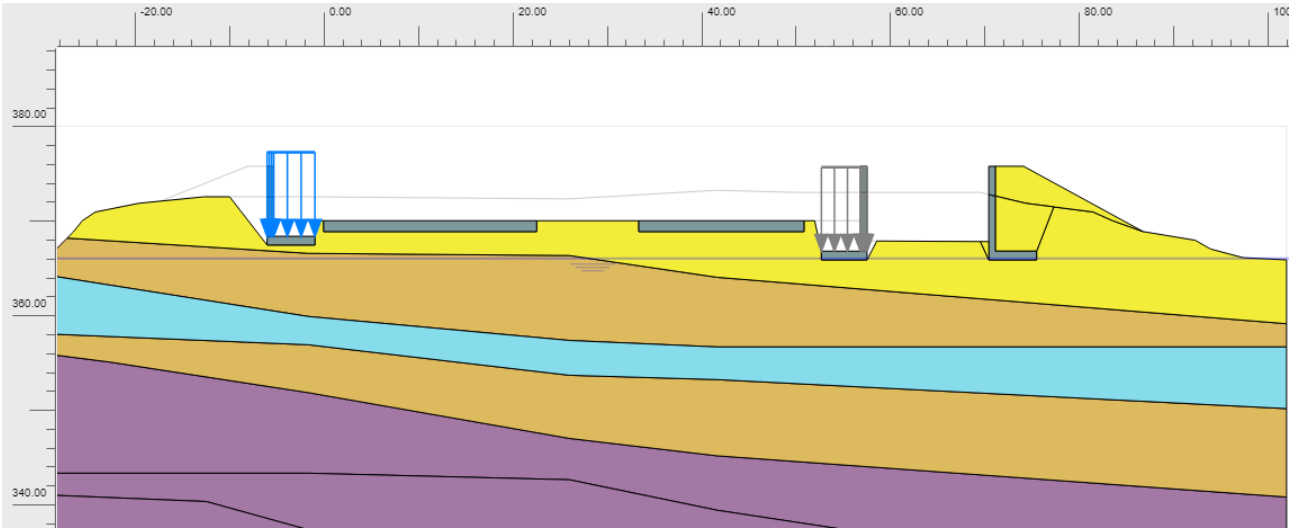


Figura 56. Modelo de carga en zapata de muro norte del perfil N.º 6, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00.

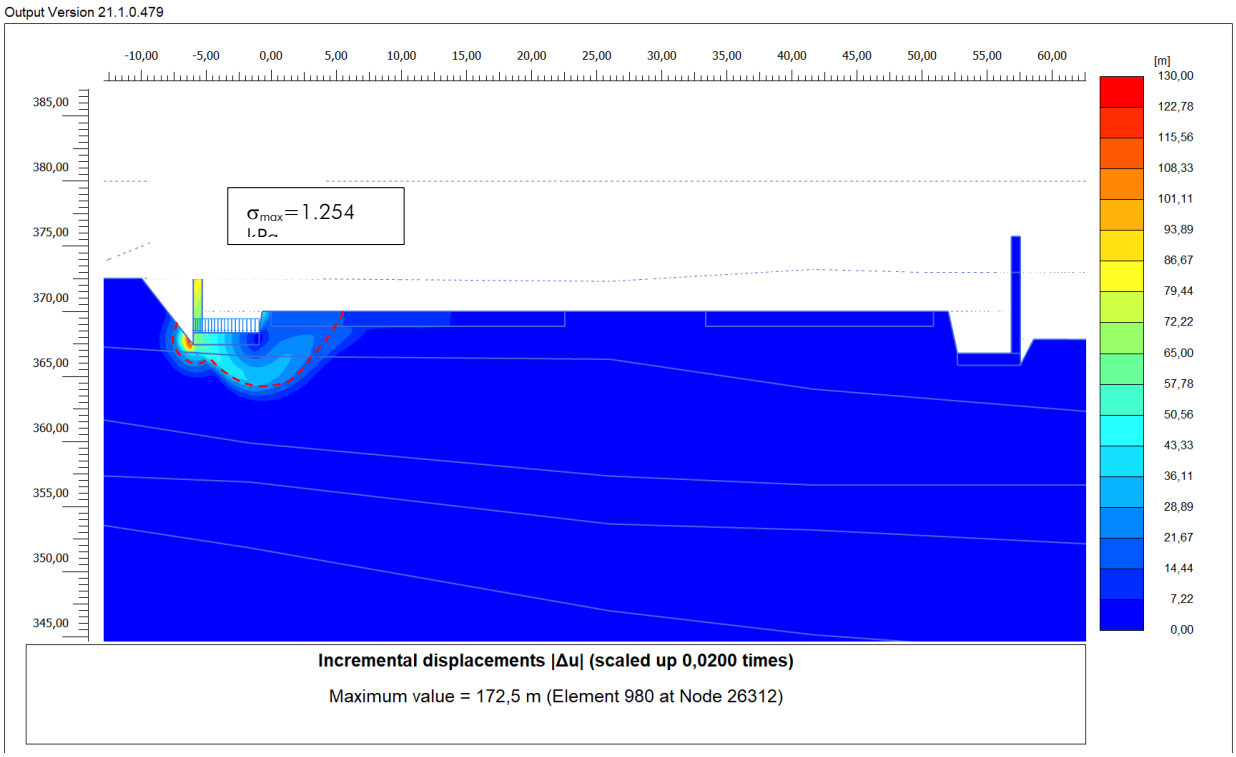


Figura 57. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) de la zapata del muro perimetral norte en perfil N.º 5, para una tensión máxima de 1.254 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00. (σ_{adm} = 418 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

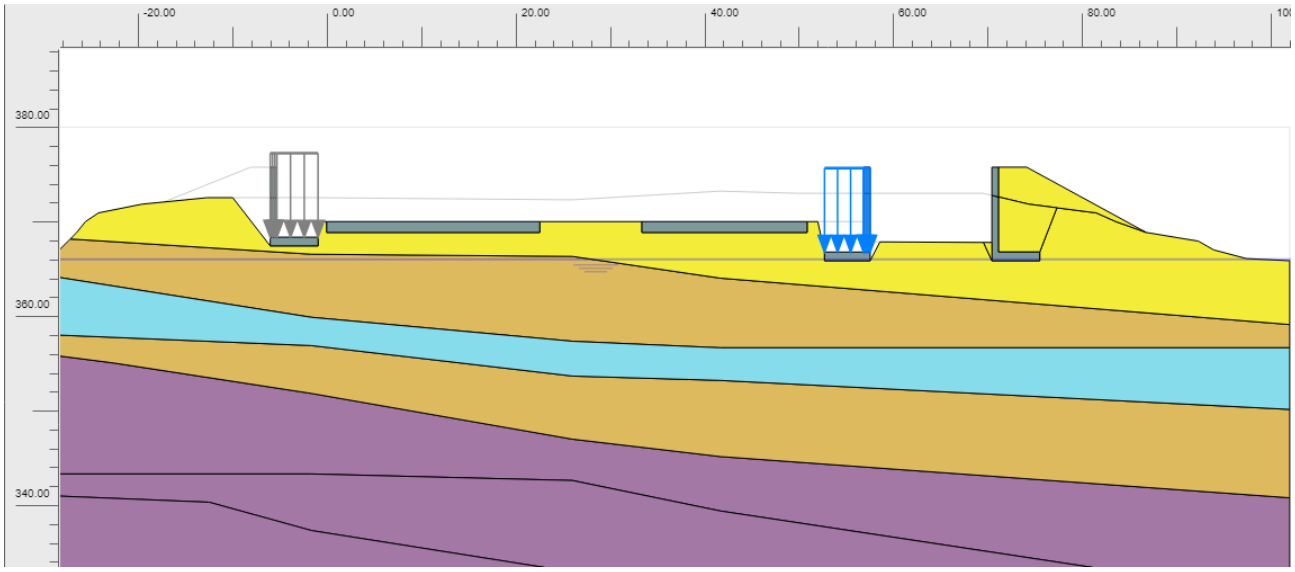


Figura 58. Modelo de carga en zapata de muro sur del perfil N.º 6, para buscar un factor de seguridad de valor =1,00.

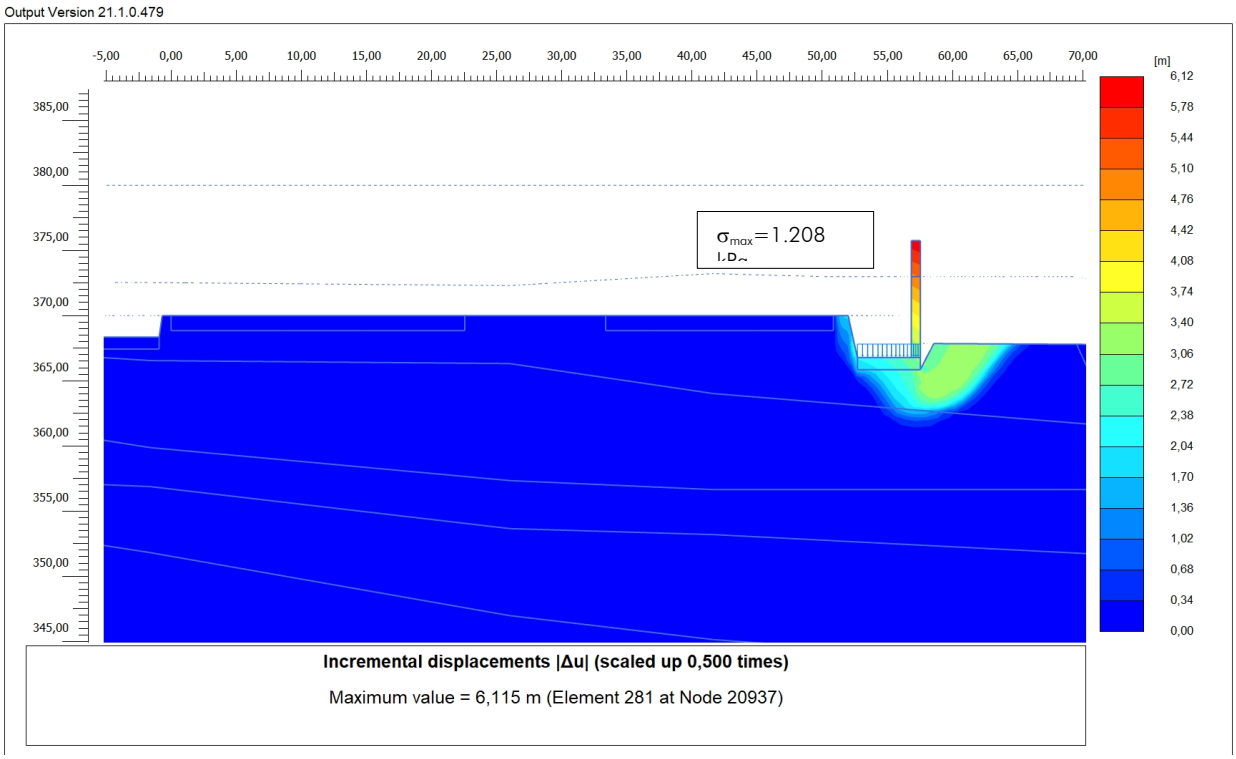


Figura 59. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por hundimiento (ELU) del muro sur en perfil N.º 6, para una tensión máxima de 1.208 kPa, con un factor de seguridad de valor =1,00 (σ_{adm} = 403 kPa)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

14.7. Condición de Asentamientos (ELS)

En muchas ocasiones, la rotura o punzonamiento del terreno se produce bajo presiones elevadas, donde la cimentación ha asentado más de lo admisible por los elementos que sustenta. Ello supone que, aunque el terreno puede soportar altas presiones de trabajo hasta colapsar, su asentamiento por deformación puede no ser admisible, dado que las estructuras que sustenta pueden sufrir daños irreparables.

En los suelos se distinguen tres tipos comunes de asentamientos:

- Asentamiento inmediato o instantáneo (S_i), de tipo elástico e incluso plástico, producido casi simultáneamente con la aplicación de la carga. Es típico de suelos arenosos compactos, cohesivos duros o sobreconsolidados y rocas; y en general de suelos granulares o cohesivos no saturados.
- Asentamiento de consolidación (S_c), consecuencia de las deformaciones volumétricas producidas a lo largo del tiempo, según se van disipando por drenaje las presiones transmitidas al agua intersticial por la carga, y se reducen los poros del suelo. Es típico de arcillas de consistencia blanda y situación saturada.
- Asentamiento de compresión secundaria (S_s): se produce en algunos suelos que presentan una cierta fluencia (deformación a presión efectiva constante). Aunque puede comenzar desde los primeros momentos tras la aplicación de la carga, habitualmente sólo puede distinguirse con claridad una vez finalizado el proceso de consolidación primaria.

En el caso que nos ocupa, el subsuelo está formado por una costra superior de gravas calcáreas en matriz arenosa, predominando las fracciones granulares y de nula plasticidad, en situación no saturada y de compacidad densa, e incluso cementadas. Subyacentemente se encuentran unos limos areno-arcillosos de consistencia dura, clasificables incluso como limolitas, que aunque se encuentran saturados, son muy poco deformables y presentan niveles intercalados de gravas y conglomerados permeables. En consecuencia, los asentamientos esperables para las presiones de servicio serán de escasa importancia, prácticamente instantáneos y de tipo predominantemente elasto-plástico, suponiendo entre el 85% y 95% del asentamiento que se producirá desde la construcción y durante toda la vida útil de la nueva instalación.

14.7.1. Tolerancias recomendadas

Los asentamientos máximos recomendados por el EC7 son:

- 50 mm de asentamiento absoluto; y
- 20 mm de asentamiento diferencial.

Con un límite para la distorsión angular máxima, según CTE, de:

Tabla 73. valores límites basados en la distorsión angular (CTE)

Tipo de estructura	Limite
Estructuras isostáticas y muros de contención	1/300
Estructuras reticuladas con tabiquería de separación	1/500
Estructuras de paneles prefabricados	1/700
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia arriba	1/1000
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia abajo	1/2000

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Para la estimación de los asentamientos elásticos, se ha empleado el software geotécnico de elementos finitos PLAXIS® 2D v.21.0.00.479. Los parámetros resistentes y deformacionales asignados a cada unidad geotécnica son los que se han deducido en los apartados anteriores.

14.7.2. Asentamiento de las losas de almacenamiento

Se ha modelizado el terreno de acuerdo con la estratigrafía definida en los sondeos.

Se han considerado 3 secciones tipo (perfilesN.º 2, 5 y 6) para el cálculo de asentamientos de las losas de almacenamiento y considerando una presión de trabajo de 25 kPa por peso propio de losa + 85 kPa por sobrecarga de uso.

Los cálculos han considerado en primer lugar la construcción de la losa, cuyo peso propio provocará un asentamiento inicial e inmediato prácticamente despreciable dadas las condiciones de desmonte; y a continuación se considera la aplicación de la sobrecarga de uso, que provocará un asentamiento adicional al ya producido en la fase constructiva. El asiento total será la suma de ambos, aunque debe tenerse en cuenta que el asiento producido por el peso propio de la losa, de carácter fundamentalmente instantáneo, no tiene influencia posterior en la deformación que pueda sufrir la estructura a posteriori, por lo que, a efectos prácticos, este asiento inicial puede despreciarse.

En las siguientes tablas se muestra que los asentamientos esperados son admisibles para la situación analizada:

Tabla 74. Asentamientos estimados en la losa de almacenamiento ATI. Perfil N.º 2

ELEMENTO	Hipótesis	Presión de trabajo (kPa)	Asiento mínimo (mm)	Asiento máximo (mm)	Distancia nodos S. max-min (m)	Distorsión angular
Losa ATI-100	Peso propio	25	3,68	5,86	39,6	1/18.147
	P. propio+ Sobrecarga	110	15,64	29,61	39,6	1/2.834
Losa ATI-24	Peso propio	25	4,28	5,53	14,1	1/11.280
	P. propio+ Sobrecarga	105	12,92	20,87	14,1	1/1.774

Tabla 75. Asentamientos estimados en las losas de almacenamiento norte y sur. Perfil N.º 5.

ELEMENTO	Hipótesis	Presión de trabajo (kPa)	Asiento mínimo (mm)	Asiento máximo (mm)	Distancia nodos S. max-min (m)	Distorsión angular
Losa Norte	Peso propio	25	1,88	2,73	6,62	1/7.790
	P. propio+ Sobrecarga	110	10,83	15,57	6,62	1/1.396
Losa Sur	Peso propio	25	2,04	2,91	6,49	1/7.460
	P. propio+ Sobrecarga	110	11,68	16,62	6,49	1/1.313

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 76. Asentamientos estimados en las losas de almacenamiento norte y sur. Perfil N.º 6.

ELEMENTO	Hipótesis	Presión de trabajo (kPa)	Asiento mínimo (mm)	Asiento máximo (mm)	Distancia nodos S. max-min (m)	Distorsión angular
Losa Norte	Peso propio	25	2,91	4,29	9,86	1/7.142
	P. propio+ Sobrecarga	110	14,06	20,65	9,86	1/1.496
Losa Sur	Peso propio	25	3,15	4,23	6,92	1/6.407
	P. propio+ Sobrecarga	110	15,26	20,4	6,92	1/1.346

Tomando en consideración los datos recogidos en las anteriores tablas, puede concluirse que, para las presiones de trabajo previstas, los asentamientos absolutos y relativos, además de la distorsión angular, son admisibles.

En las siguientes figuras se muestran los resultados del cálculo de asientos para cada perfil tipo estudiado:

PERFIL N.º 2:

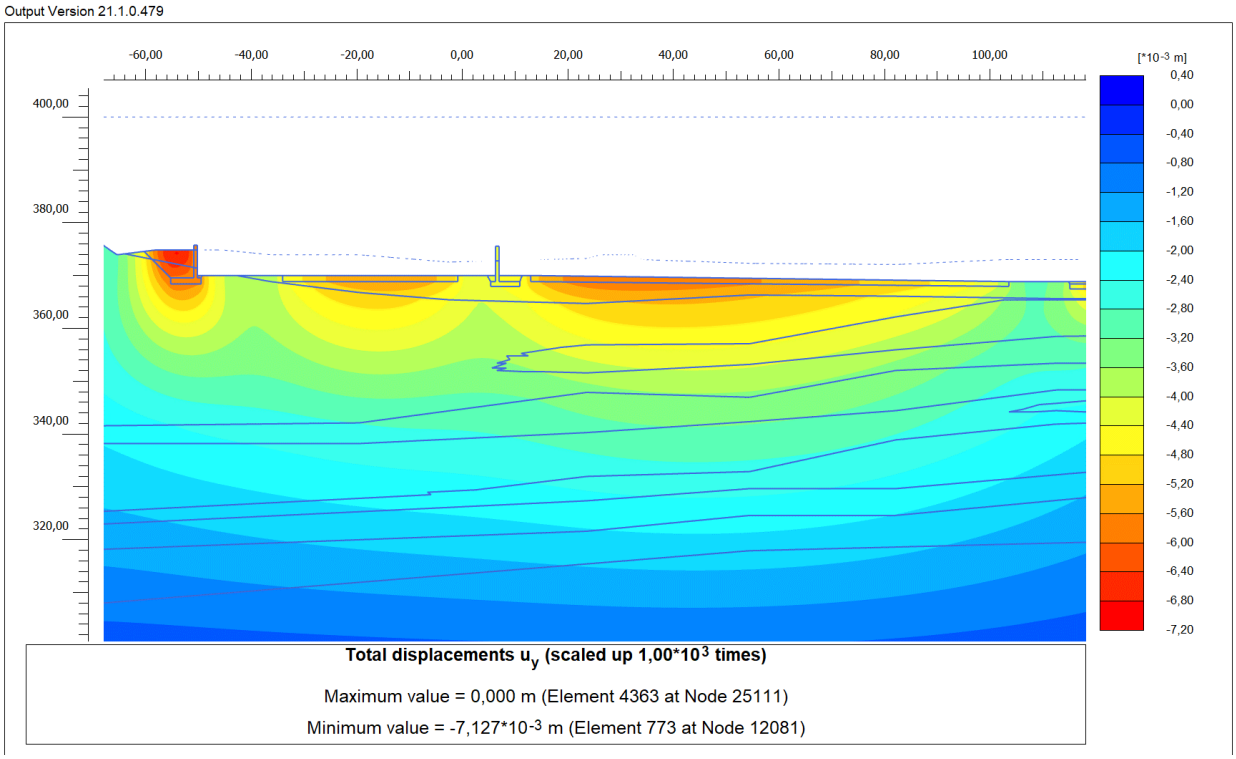


Figura 60. Desplazamientos verticales bajo la acción del peso propio de las losas en perfil N.º 2 (Losas ATI-100 y ATI-24, principal y secundaria). Máximo asiento vertical bajo losa E-O: 5,86 mm. Máximo asiento vertical bajo losa ATI-24: 5,53 mm.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

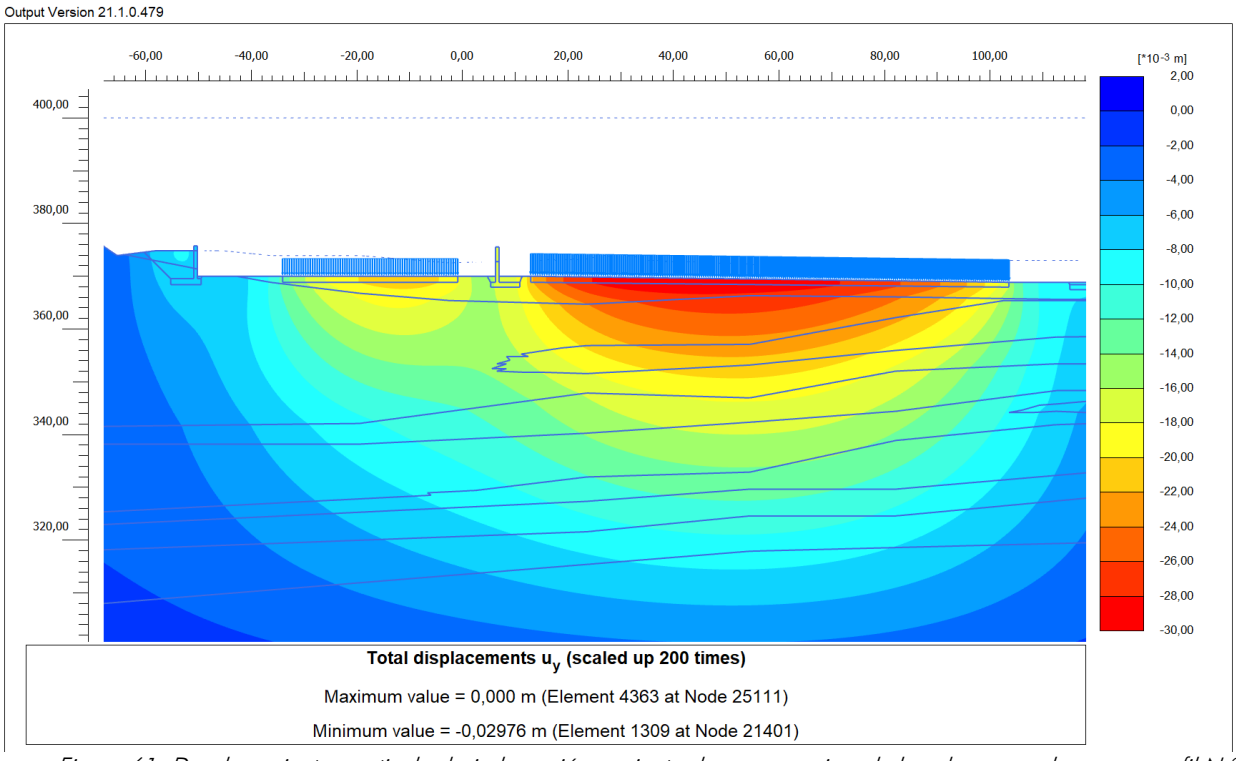


Figura 61. Desplazamientos verticales bajo la acción conjunta de peso propio y de la sobrecarga de uso en perfil N.º 2 (Losas ATI-100 y ATI-24, principal y secundaria). Máximo asiento vertical bajo losa principal: 29,61 mm. Máximo asiento vertical bajo losa ATI-24: 20,87 mm.

PERFIL N.º 5:

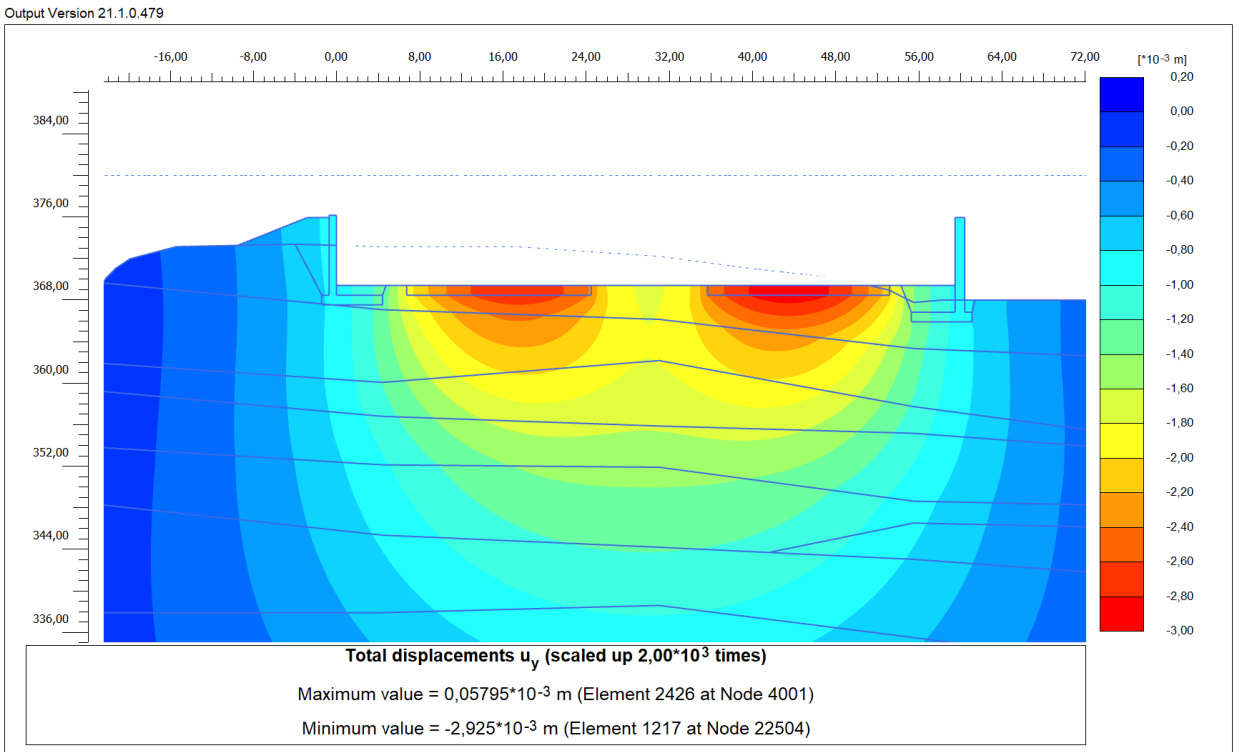


Figura 62. Desplazamientos verticales bajo la acción del peso propio de las losas norte y sur en perfil N.º 5. Máximo asiento vertical bajo losa norte: 2,73 mm. Máximo asiento vertical bajo losa sur: 2,91 mm.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

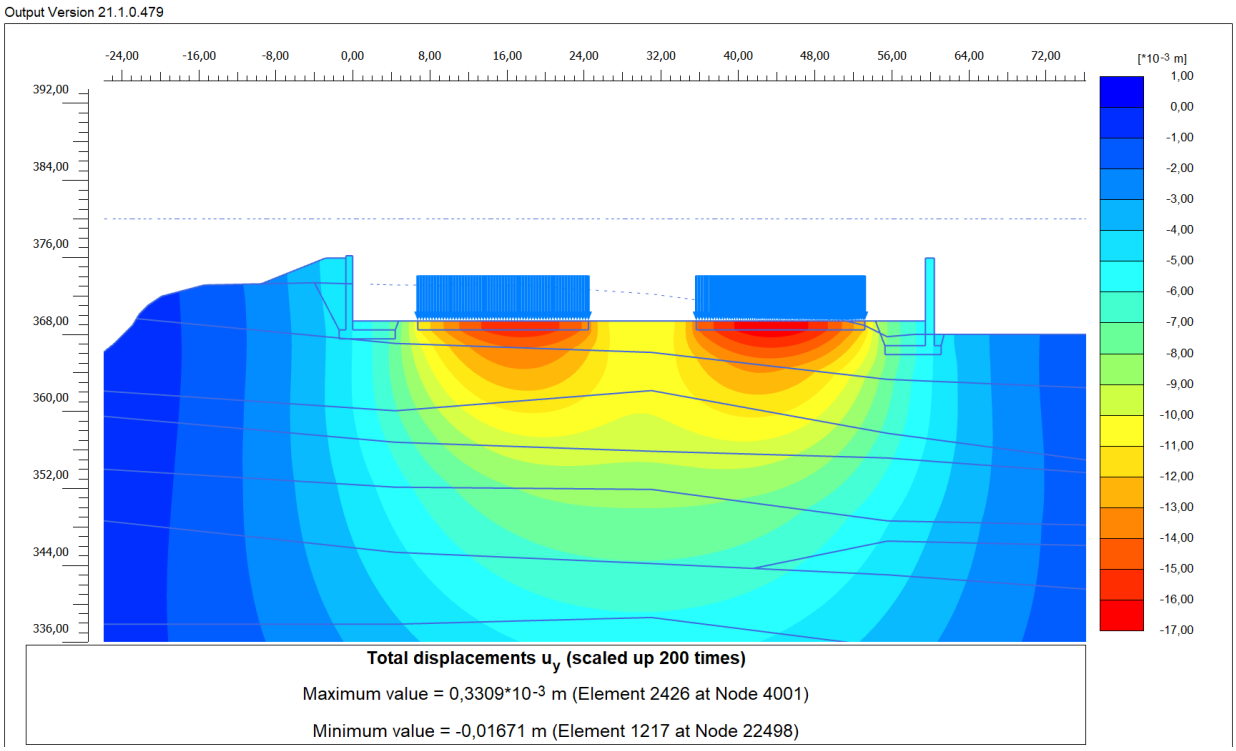


Figura 63. Desplazamientos verticales bajo la acción del peso propio de las losas norte y sur y de la sobrecarga de uso en perfil N.º 5. Máximo asiento vertical bajo losa norte: 15,57 mm. Máximo asiento vertical bajo losa sur: 16,62 mm.

PERFIL N.º 6:

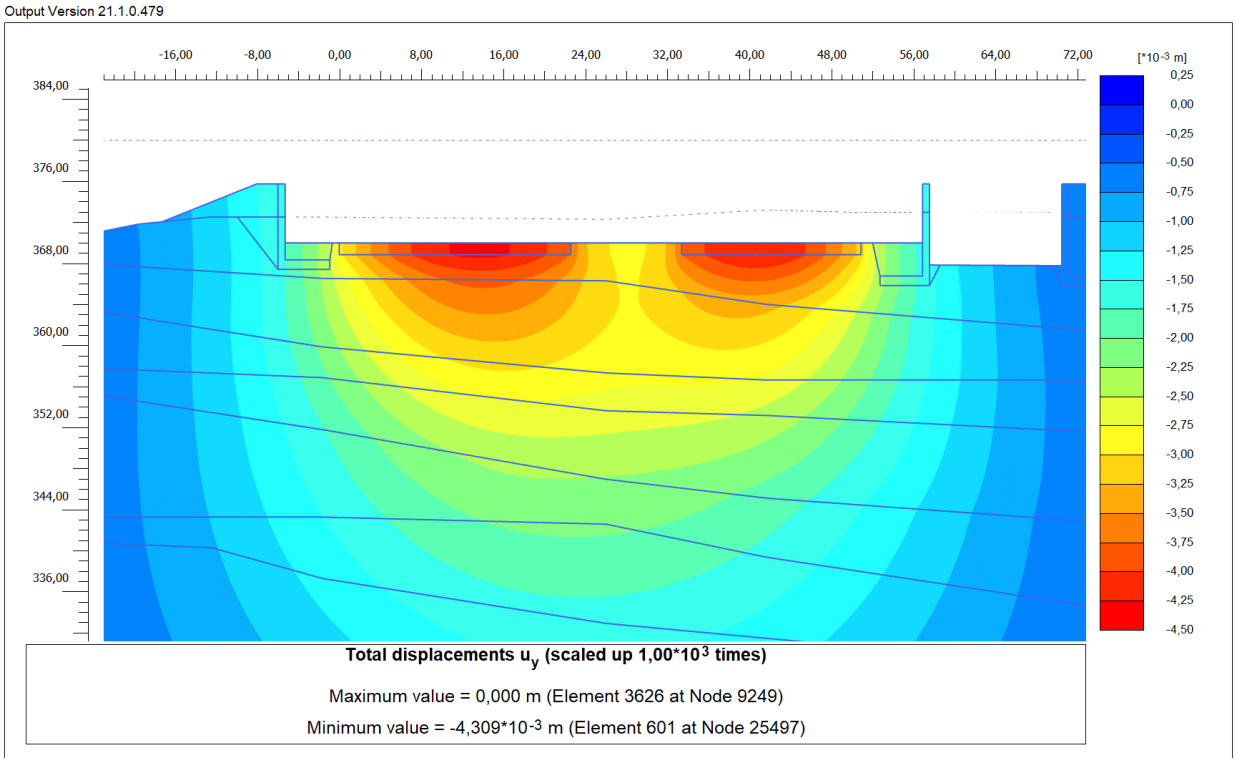


Figura 64. Desplazamientos verticales bajo la acción del peso propio de las losas norte y sur en perfil N.º 6. Máximo asiento vertical bajo losa norte: 4,29 mm. Máximo asiento vertical bajo losa sur: 4,23 mm.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

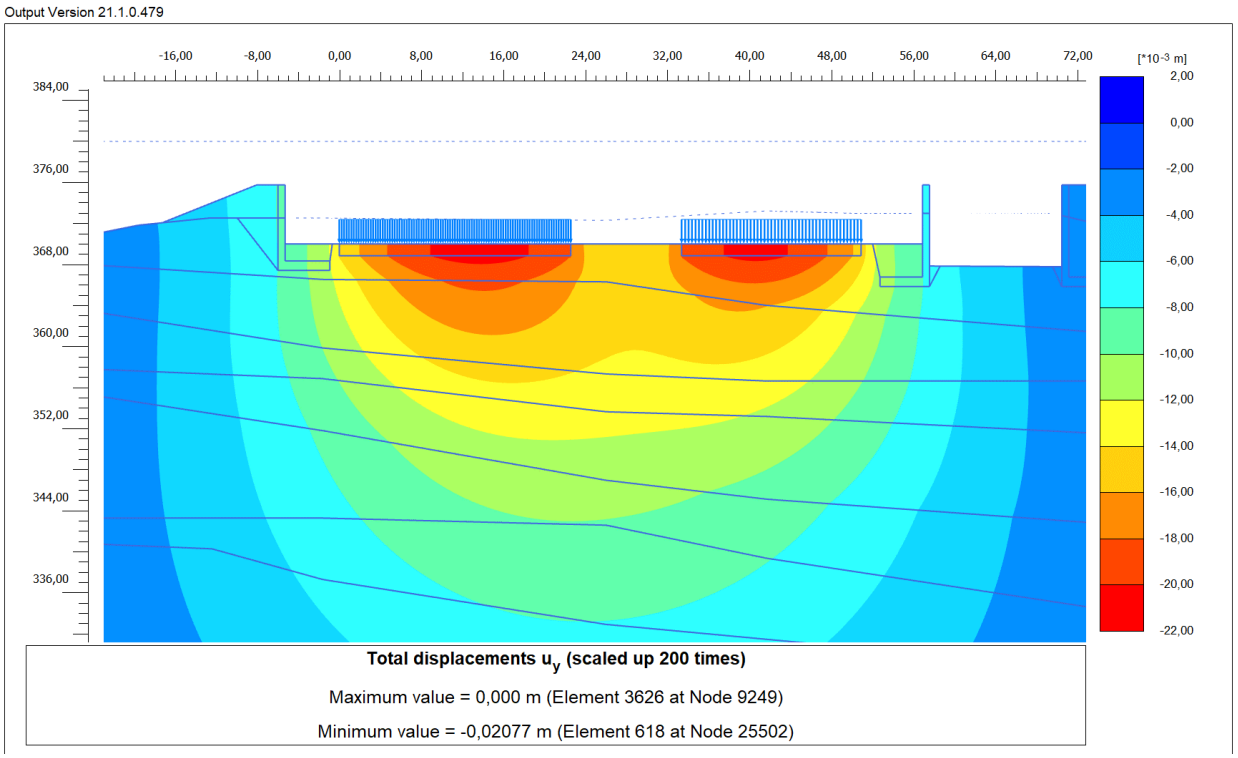


Figura 65. Desplazamientos verticales bajo la acción del peso propio de las losas norte y sur y de la sobrecarga de uso en perfil N.º 6. Máximo asiento vertical bajo losa norte: 20,65 mm. Máximo asiento vertical bajo losa sur: 20,40 mm.

14.7.3. Asentamientos en muros perimetrales.

La cimentación del muro perimetral se verá sometida a la sobrecarga debida al peso de las tierras de relleno en su trasdós.

En las siguientes tablas se muestra que los asentamientos esperados y las distorsiones angulares son admisibles para la situación analizada:

Tabla 77. Asentamientos estimados en el muro perimetral. Perfil N.º 2

ELEMENTO	Hipótesis	Presión de trabajo min (kPa)	Presión de trabajo máx (kPa)	Asiento mínimo (mm)	Asiento máximo (mm)	Distancia nodos S. max-min (m)	Distorsión angular
P2.Muro este	P. propio+ Sobrecarga	57,56	186	5,89	7,67	6	1/3.370

Tabla 78. Asentamientos estimados en el muro perimetral. Perfil N.º 5

ELEMENTO	Hipótesis	Presión de trabajo min (kPa)	Presión de trabajo máx (kPa)	Asiento mínimo (mm)	Asiento máximo (mm)	Distancia nodos S. max-min (m)	Distorsión angular
P5.Muro norte	P. propio+ Sobrecarga	30,38	163,6	0,31	2,8	6	1/2.409
P5.Muro sur	P. propio+ Sobrecarga	59,99	105,2	2,01	2,8	6	1/4.878

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 79. Asentamientos estimados en muros perimetrales. Perfil N.º 6

ELEMENTO	Hipótesis	Presión de trabajo min (kPa)	Presión de trabajo máx (kPa)	Asiento mínimo (mm)	Asiento máximo (mm)	Distancia nodos S. max-min (m)	Distorsión angular
P6.Muro norte	P. propio+ Sobrecarga	58,86	216,4	7,33	9,04	6	1/3.508
P6.Muro sur	P. propio+ Sobrecarga	58,03	116,4	8,55	10,75	6	1/2.727

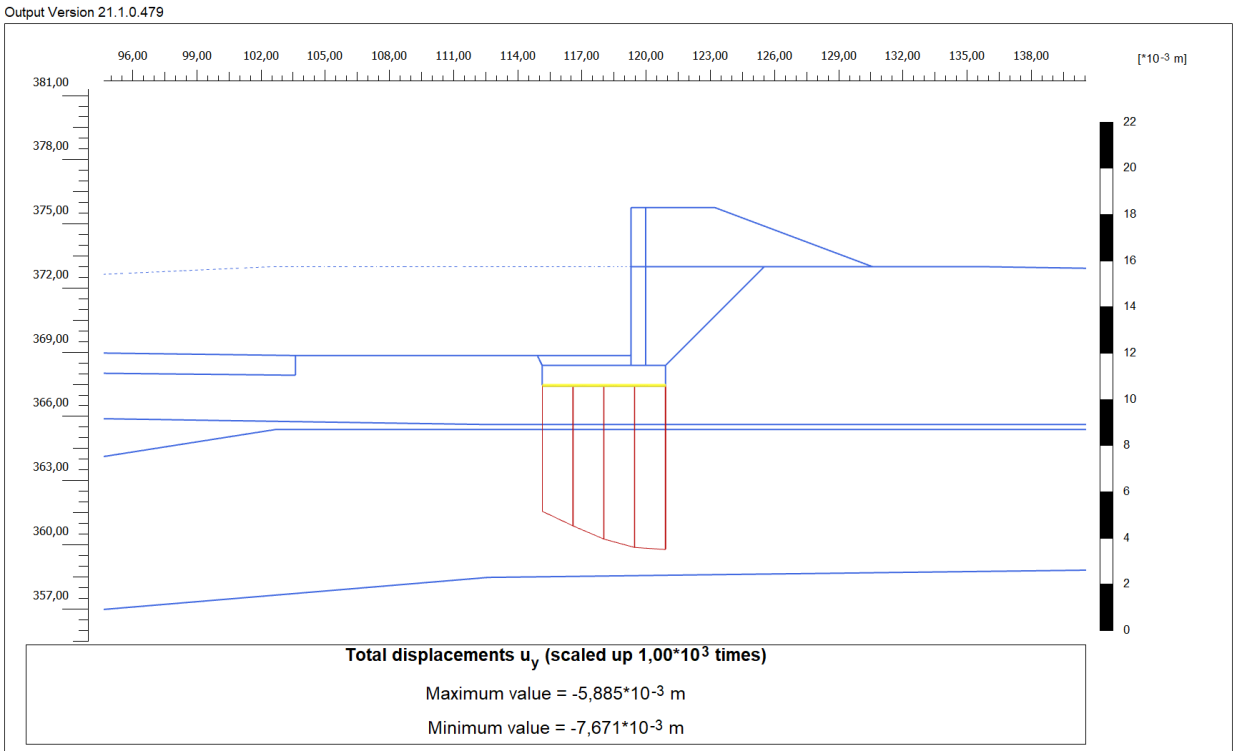


Figura 66. Desplazamientos verticales bajo la acción conjunta de peso propio y de la sobrecarga debida al peso de tierras en el muro este en perfil N.º 2. Máximo desplazamiento vertical: 7,67 mm

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

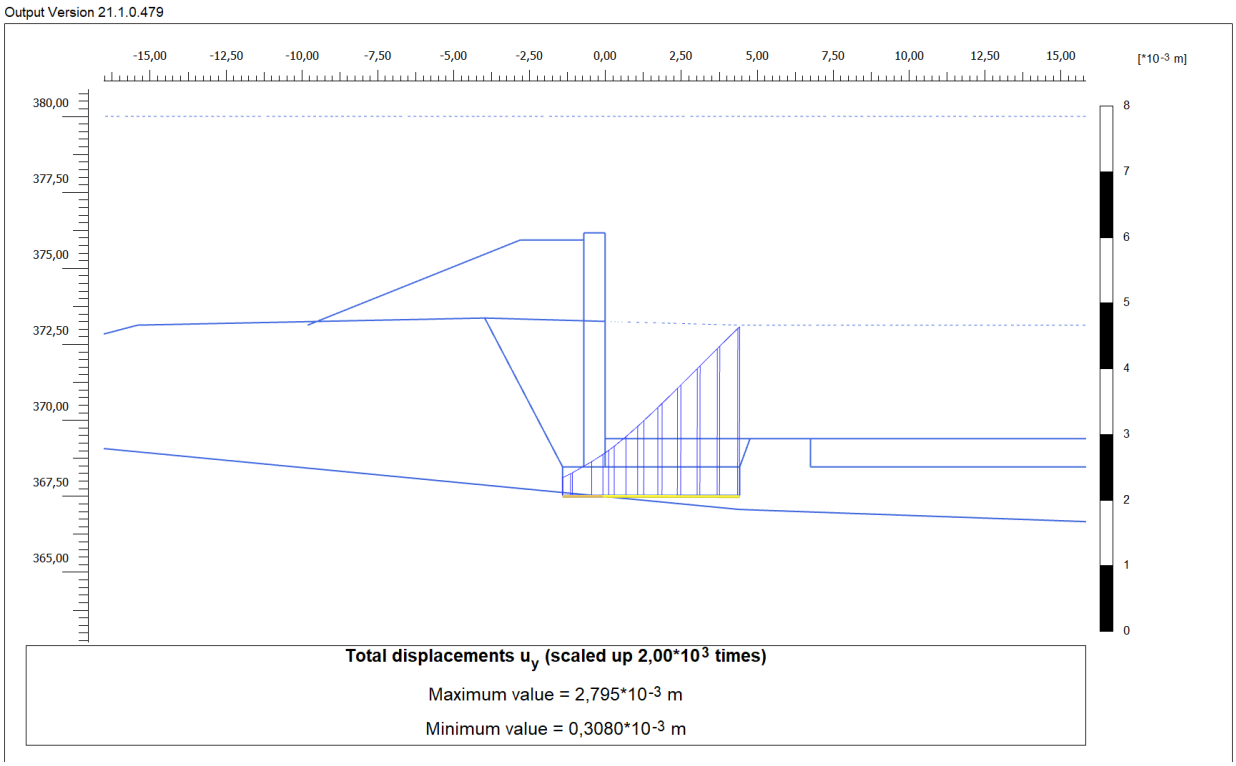


Figura 67. Desplazamientos verticales bajo la acción conjunta de peso propio y de la sobrecarga debida al peso de tierras en el muro norte en perfil N.º 5. Máximo desplazamiento vertical: 2,80 mm

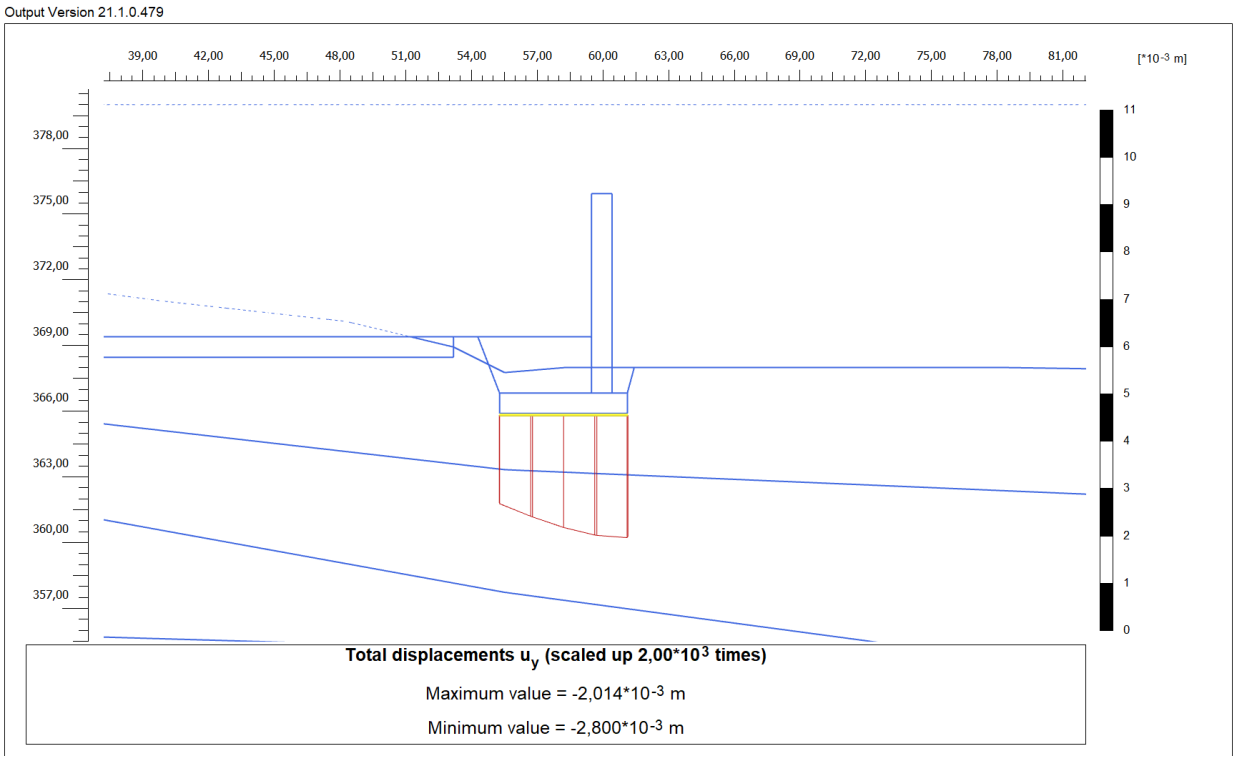


Figura 68. Desplazamientos verticales bajo la acción conjunta de peso propio y de la sobrecarga debida al peso de tierras en el muro sur en perfil N.º 5. Máximo desplazamiento vertical: 2,80 mm

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

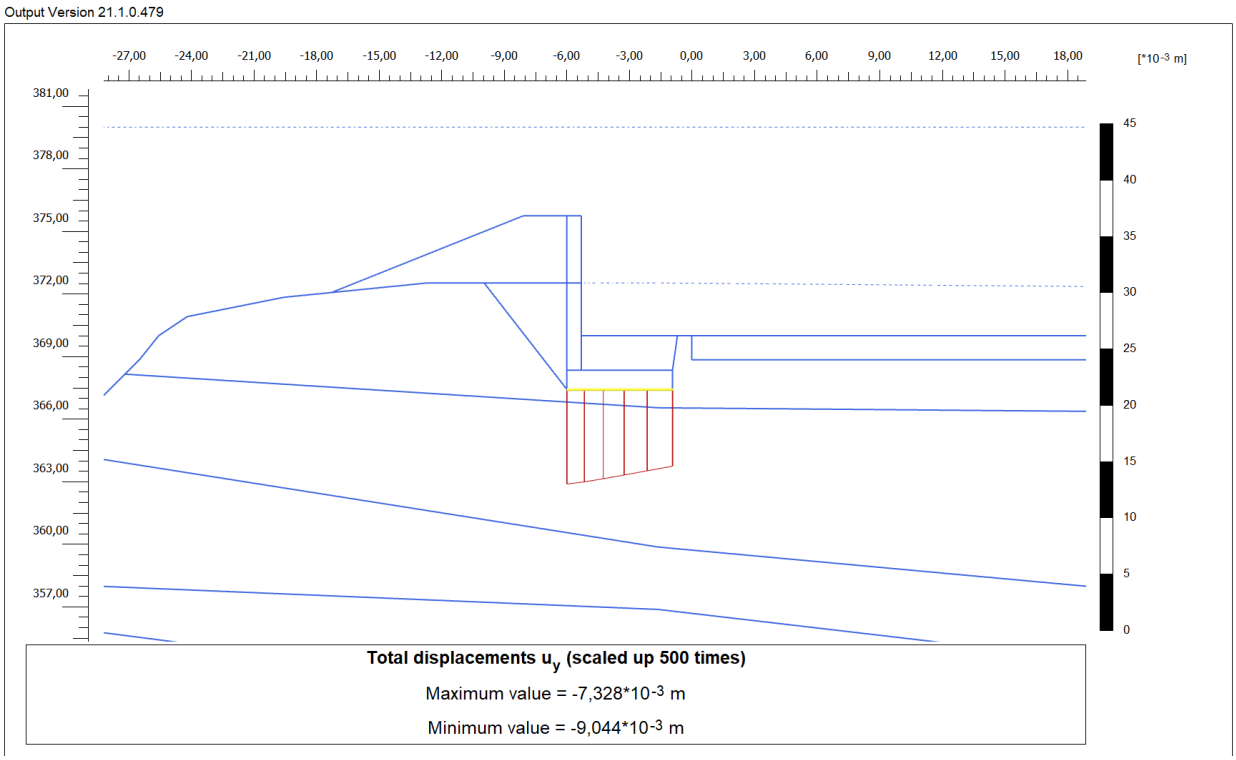


Figura 69. Desplazamientos verticales bajo la acción conjunta de peso propio y de la sobrecarga debida al peso de tierras en el muro norte en perfil N.º 6. Máximo desplazamiento vertical: 9,04 mm

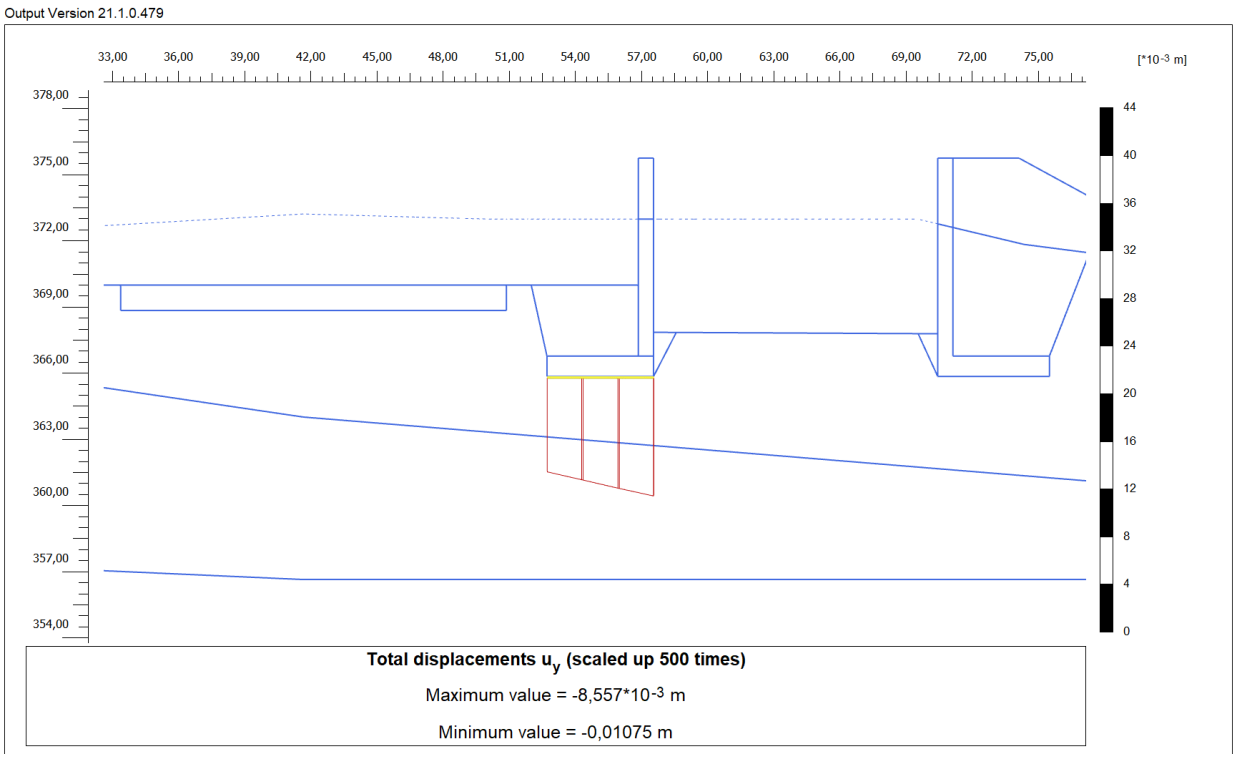


Figura 70. Desplazamientos verticales bajo la acción conjunta de peso propio y de la sobrecarga debida al peso de tierras en el muro sur en perfil N.º 6. Máximo desplazamiento vertical: 10,75 mm

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

14.8. Estimación de módulos de balasto

14.8.1. Módulo de balasto vertical

Según las recomendaciones del CTE, el módulo de balasto vertical para cimentaciones superficiales se debe obtener de manera precisa a partir de las metodologías basadas en el cálculo de asentamientos (como por ejemplo bajo el criterio de Steinbrenner & Kany).

De este modo, el módulo de balasto para cada cimentación se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$kv = \frac{\Delta p}{\Delta s}$$

Donde:

kv.- coeficiente de balasto vertical (kN/m^3).

Δp.- Presión aplicada (kPa).

Δs.- Asentamiento producido (m) según métodos elásticos.

Para la estimación del módulo de balasto se toman como representativos los perfiles 5 y 6, donde la relación geométrica B/L se ajusta mejor al modelo FEM2D utilizado, y donde se consideran además las interacciones entre ambas losas Norte y Sur, y de éstas con los muros de cierre adyacentes.

El módulo de balasto vertical obtenido siguiendo la metodología MEF anterior para la cimentación, se recoge en las siguientes tablas:

Tabla 80. Módulo de balasto de las losas de almacenamiento.

PERFIL N.º 5

Cimentación	Dimensiones (m)		Presión aplicada (kPa)	Si (promedio)		Kv
	B	L		(mm)	(m)	(kN/m²/m)
Losa Norte	80,3	17,5	25	2,31	0,00231	7.805,33
			110	13,2	0,0132	
Losa Sur	80,3	17,5	25	2,48	0,00248	7.283,63
			110	14,15	0,01415	

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

PERFIL N.º 6

Cimentación	Dimensiones (m)		Presión aplicada (kPa)	Si (promedio)		Kv
	B	L		(mm)	(m)	(kN/m²/m)
Losa Norte	80,3	22,5	25	3,6	0,0036	6.181,82
			110	17,35	0,01735	
Losa Sur	80,3	17,5	25	3,69	0,00369	6.011,32
			110	17,83	0,01783	

Observando los resultados anteriores, puede concluirse que el coeficiente de balasto no presenta variación significativa comparando ambos perfiles y ambas losas (Norte y Sur).

Desde un punto de vista conservador, se recomienda tomar como referencia para el coeficiente de balasto de las losas de contenedores un valor igual a **Kv=6.000 kN/m²/m**

Para otras dimensiones y desplantes de cimentaciones, los módulos de balasto deberán ser específicamente determinados en cada caso.

14.8.2. Cálculo de módulo de balasto estático horizontal

De acuerdo con las recomendaciones geotécnicas incluidas en el epígrafe 3.5.7.2 de la ROM 0.5-05 (Ministerio de Fomento), el coeficiente de balasto horizontal en la base de la losa de cimentación se puede determinar a partir de la siguiente expresión:

$$K_h = 0{,}8\,(1-\nu^2)\cdot K_v$$

Donde:

K_v: es el módulo de balasto vertical (kN/m^3)

ν: es el coeficiente de Poisson (0,30).

Por tanto:

Losas de almacenamiento

$$\boldsymbol{K_h} = 0{,}8\cdot\ (1-0{,}3^2)\cdot 6.000\ \frac{kN}{m^3} \approx\ \boldsymbol{4.368\ kN/m^3}$$

14.9. Estimación de constantes elásticas para cálculos dinámicos de interacción suelo-estructura.

La flexibilidad de las estructuras de cimentación influye en los esfuerzos de la estructura y por eso las mismas soluciones de la teoría de la elasticidad que relacionan cargas y movimientos, se deben utilizar para representar, mediante unos resortes, la deformabilidad del cimiento en los cálculos estructurales en los que convenga introducir el efecto de interacción dinámica suelo-estructura, en el rango de las muy pequeñas deformaciones.

Estos resortes vienen representados a través de sus constantes elásticas, obtenidas para cargas dinámicas mediante las expresiones siguientes, según la siguiente referencia

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Mode of Vibration	Mass (or Inertia) Ratio	Damping Coefficient	Damping Ratio $D := \frac{C}{\sqrt{Km}}$	Spring Constant K
Vertical	$B_z := \frac{1-\nu}{4} \cdot \frac{m}{\rho \cdot (ro)^3}$	$C_z := \frac{3.4 \cdot (ro)^2}{1-\nu} \cdot \sqrt{\rho \cdot G}$	$D_z := \frac{0.425}{\sqrt{Bz}}$	$K_z := \frac{4 \cdot G \cdot ro}{1-\nu}$
Horizontal Sliding	$Bx := \frac{(7-8 \cdot \nu)}{32 \cdot (1-\nu)} \cdot \frac{m}{\rho \cdot (ro)^3}$	$Cx := \frac{4.6 \cdot (ro)^2}{2-\nu} \cdot \sqrt{\rho \cdot G}$	$Dx := \frac{0.288}{\sqrt{Bx}}$	$Kx := \frac{32 \cdot (1-\nu) \cdot G \cdot ro}{7-8 \cdot \nu}$

Figura 71. Esquema de cálculo de los coeficientes de rigidez (Navfac, DM7)

El término ro se sustituye en el caso de cimentaciones rectangulares, por:

r_o = Effective Radius = $\sqrt{B \cdot \frac{L}{\pi}}$ for vertical or horizontal translation

$= \left(\sqrt{B \cdot \frac{L^3}{3 \cdot \pi}} \right)^{\frac{1}{2}}$ for rocking

$= \left(\sqrt{B \cdot L \cdot \frac{B^2 + L^2}{6 \cdot \pi}} \right)^{\frac{1}{2}}$ for torsion

B y L: Ancho y largo de la cimentación, respectivamente (se toman 52,3 y 47,5 m, por un lado, y 22,5x18,7 por otro).

Para la obtención del módulo de rigidez dinámico (Gγ) a partir del módulo de rigidez máximo (Go), se considera la norma DNV-RISO-Guidelines-Turbines of Wind turbines, figura 8-12, comparando ésta con otras figuras de la bibliografía. Se toma un valor en el rango habitual, de 0,4 (ver relación de figuras 7.9.).

Tanto el valor de Go como el de ν se obtienen de los resultados de módulos dinámicos del Informe Geofísico anejo a este documento, aplicando un valor equivalente mediante la expresión de común uso (Brahma, P. 2010):

$$Goeq = \frac{H}{\sum_i^N \frac{Hi}{Gi}}$$

Siendo H la profundidad máxima alcanzada en los ensayos sísmicos de los que se obtienen los valores de Go.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

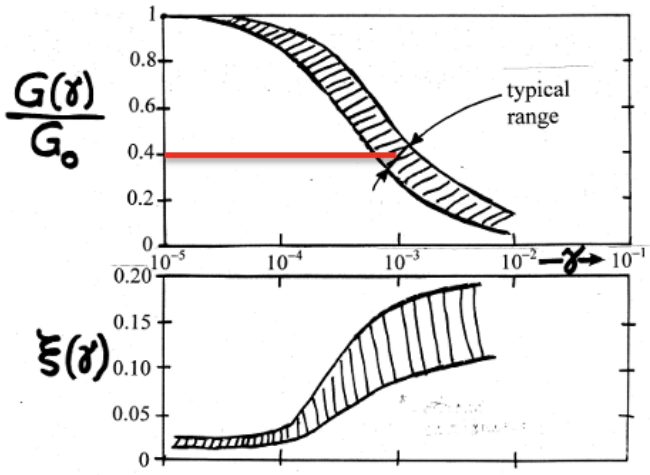


Figura 72. Esquemas de variación del módulo de corte G con el nivel de deformación y el damping ratio. Tomado de DNV/RISΦ.

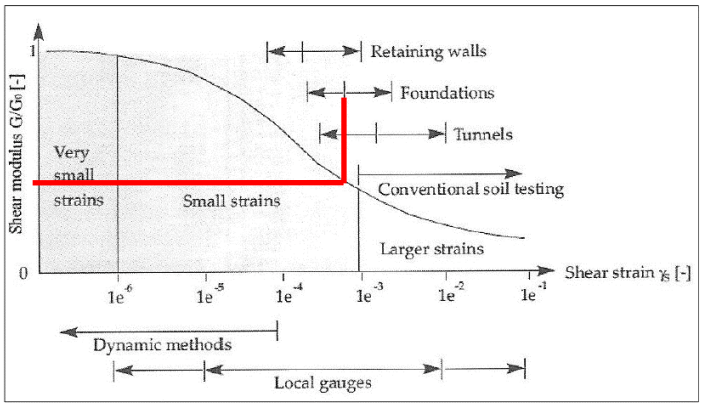


Figura 73. Características del comportamiento rigidez-deformación del suelo con rangos de deformación típicos de ensayos de laboratorio y estructuras (Tomado de Plaxis, 2011)

A continuación, se expone una tabla con los valores considerados de módulo de rigidez G, así como el coeficente de Poisson ν, ambos obtenidos del ensayo Down-Hole, y el radio equivalente o efectivo de la cimentación Ro.

Tabla 81. Valores de módulos de corte.

Cimentación	BxL (m)	Go_{equiv} (Mpa)	$G(\gamma)_{equiv}$ (MPa)	ν	Ro (m)
Losa N	80,3x22,5	3313	1325	0,31	23,98
Losa S	80,3x17,5				21,15

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Se obtienen, por tanto, los siguientes valores de constantes de rigidez dinámicas:

Tabla 82. Valores de ctes. de rigidez dinámicas

Cimentación	BxL (m)	Horizontal	Vertical
		Kx (kN/m)	Kz (kN/m)
Losa N	80,3x22,5	1,55E+08	1,84+08
Losa S	80,3x17,5	1,37E+08	1,62E+08

Los módulos de balasto se obtuvieron dividiendo el resorte dinámico entre el área de la losa:

Tabla 83. Módulos de balasto dinámicos

Cimentación	Área (m^2)	Horizontal	Vertical
		Kx (kN/m^3)	Kz (kN/m^3)
Losa N	1693,65	91664	108780
Losa S	1405,25	97431	115624

15. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS EXCAVACIONES TEMPORALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los taludes provisionales que se han de ejecutar se sitúan en los flancos Norte y Este. En el lado Oeste se excavará hasta el muro del ATI-24 al quedar la explanada enrasada con la plataforma auxiliar existente.

Estos taludes se excavarán en la unidad UG-1 con una altura máxima de 7 metros, y tras construir el muro perimetral, se rellenará el hueco del trasdós con el mismo material convenientemente compactado, y con el debido recrecimiento de espaldón hasta cota de coronación.

De acuerdo con las investigaciones geotécnicas efectuadas, esta excavación se realizará prácticamente en su totalidad en la unidad geotécnica UG-1 constituida por conglomerados de gravas calcáreas en matriz areno-limosa.

15.1. Datos de partida

Los parámetros geotécnicos de partida para la aplicación de los criterios de cálculo de estabilidad son los siguientes, cuya deducción sobre la base de los ensayos de campo y laboratorio se ha justificado en el epígrafe 12:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 84. resumen de parámetros de diseño de las diferentes unidades geotécnicas

PARÁMETROS DE RESISTENTES Y DEFORMACIONALES	UG1 Conglomerados. Terraza aluvial	UG2.1_Li Limos areno-arcillosos rojizos	UG2.1_Co Intercalación de conglomerados	UG2.2 Composite. Alternancia de limolitas, conglomerados y areniscas
Cohesión efectiva, c´(kPa)	20	45	20	108
Angulo de rozamiento interno ϕ´(º)	37	27	37	32
Peso específico aparente γ (kN/m³)	17,5	21,5	23,6	23
Resistencia al corte sin drenaje C_U (kPa)	-	475	-	-
Resistencia a compresión RCU (MPa)	-	0,95	0,76	2
Módulo de Young, E_s (MPa)	110	200	200	306
Coeficiente de Poisson v	0,3	0,33	0,3	0,33
Módulo presiométrico E_M (MPa)	37,5	170	170	233
Presión límite P_L (MPa)	4,1	9	9	23,8
C. de permeabilidad K (m/s)	6,54E-06	4,56E-09	1,05E-07	3.92E-9 (Li) / 7.51E-8 (Co)

Se consideran diferentes escenarios atendiendo a las diferentes alturas de talud en desmonte a excavar durante las obras de construcción.

Dado el carácter temporal de estas excavaciones, no se contempla el cálculo en la situación accidental por evento sísmico, planteándose únicamente el cálculo en la situación transitoria.

15.2. Metodología de cálculo

La estabilidad de los taludes temporales de excavación para el vaciado se ha verificado mediante los métodos clásicos de equilibrio límite. Los cálculos de equilibrio límite se realizaron con el programa SLIDE® v.6, desarrollado por la empresa ROCSCIENCE™. El método empleado en todos los cálculos fue el de *Morgenstern-Price.* El criterio de rotura adoptado es el clásico de Mohr-Coulomb.

Para excavaciones temporales, como las que nos ocupan, se considera un coeficiente de seguridad mínimo para la comprobación de la estabilidad global del talud de F_2=1,3, de acuerdo la *Guía de Cimentaciones de Obras de Carretera* del MIFOM. Dada su provisionalidad, no se consideran situaciones accidentales por sismo.

15.3. Resultados

En la tabla y las figuras siguientes se muestran los resultados del análisis realizado para las diferentes pendientes y alturas de talud analizadas.

Tabla 85. Resultados de los análisis de estabilidad

Pendiente talud	Altura máxima talud (m)	Coeficiente de seguridad
3H:2V	3,5	2,327
3H:2V	7,0	1,679
1H:1V	3,5	1,955
1H:1V	7,0	1,369

Para considerar el efecto de la presencia de agua en el talud se ha empleado en los cálculos con el programa Slide el coeficiente habitualmente denominado como Ru, que simplemente modela la presión intersticial como una fracción de la presión vertical de la tierra para cada elemento rebanada (Fig. 61)

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Para estos casos de estudio se han considera los siguientes coeficientes Ru:

- Unidad U.G.1: Conglomerados (terraza aluvial) → Ru=0,25
- Unidad U.G.2.1: Limos areno-arcillosos rojizos → Ru=1,00

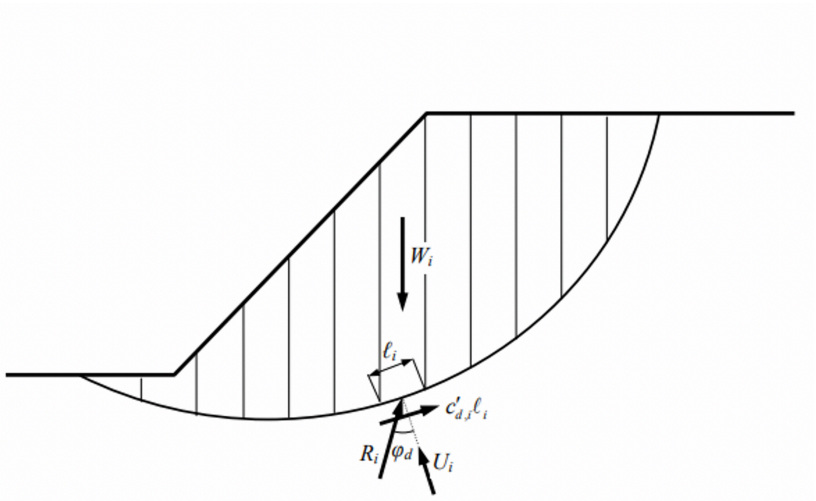


Figura 74. División de un deslizamiento en rebanadas a fin de aplicar el método de equilibrio límite

En las figuras siguientes se muestran las figuras de salida del programa empleado para efectuar el cálculo.

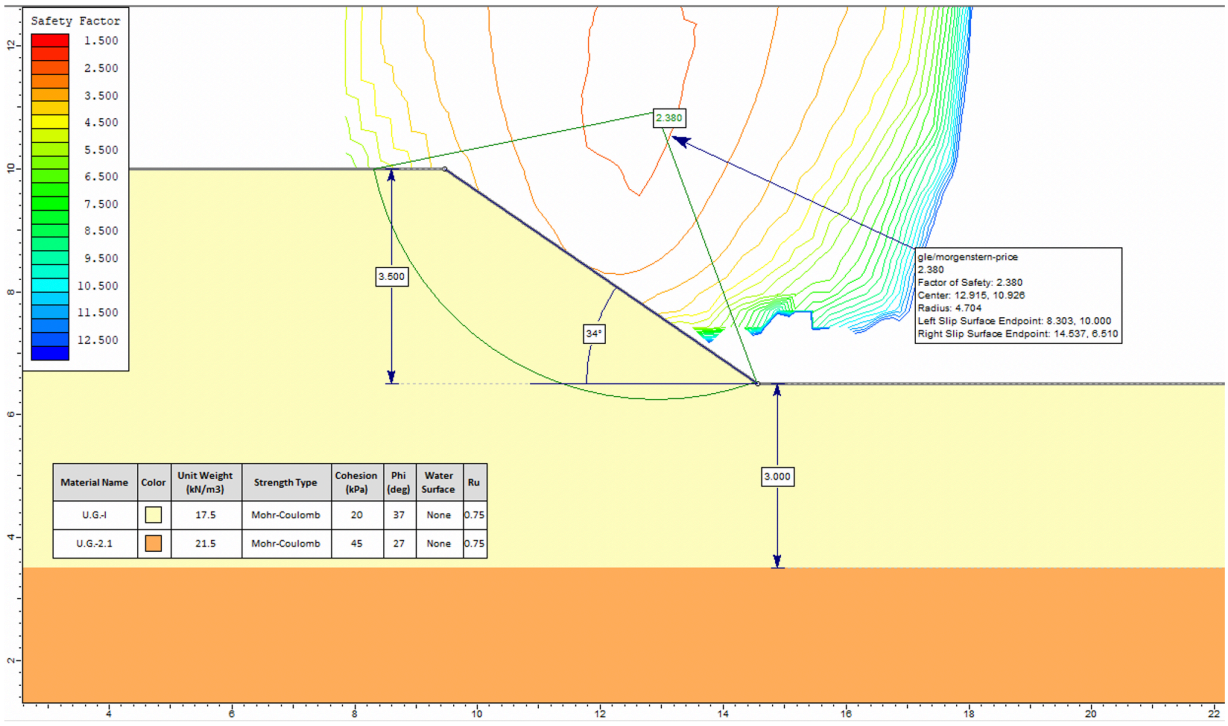


Figura 75. Análisis de estabilidad del talud temporal para una excavación máxima de 3,5 m Talud de excavación con pendiente 3H:2V. Factor de seguridad = 2,380.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

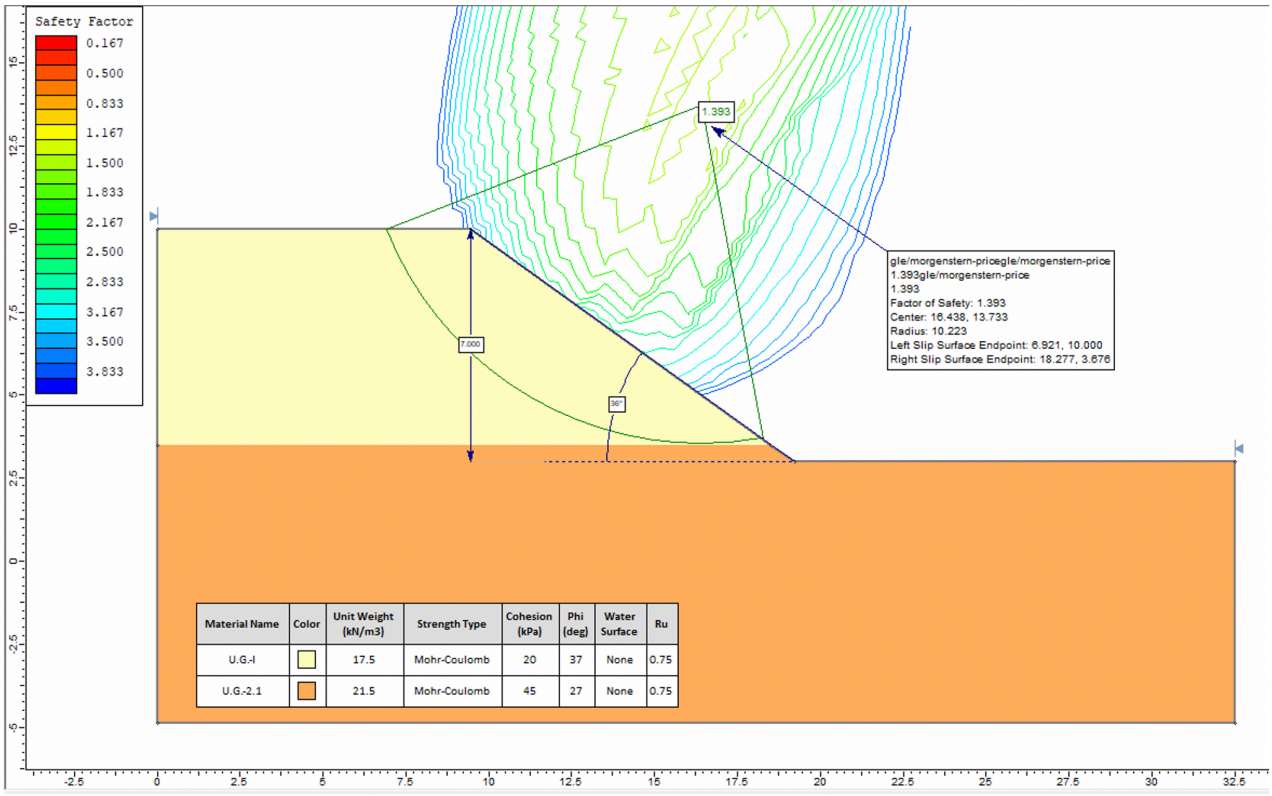


Figura 76. Análisis de estabilidad del talud temporal para una excavación máxima de 7,0 m Talud de excavación con pendiente 3H:2V. Factor de seguridad = 1,393

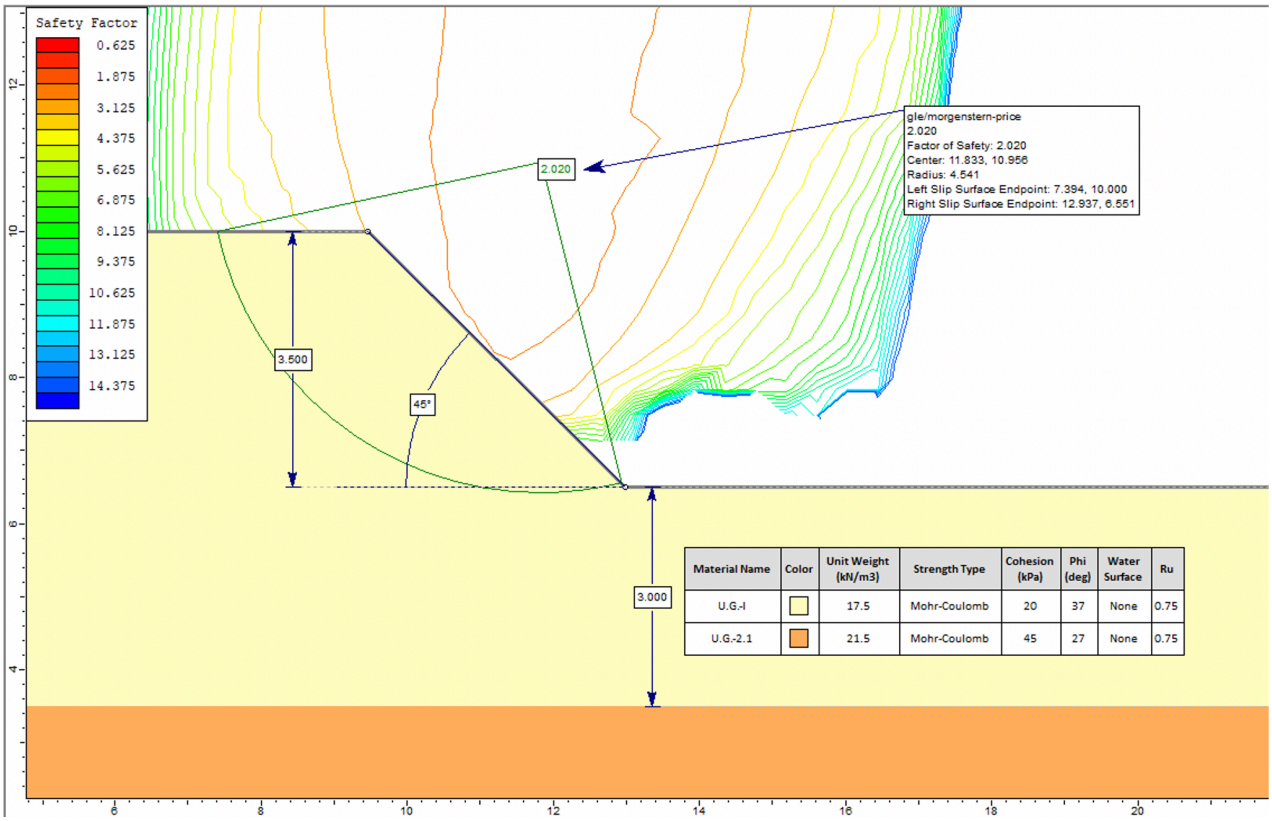


Figura 77. Análisis de estabilidad del talud temporal para una excavación máxima de 3,5 m Talud de excavación con pendiente 1H:1V. Factor de seguridad = 2,020.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

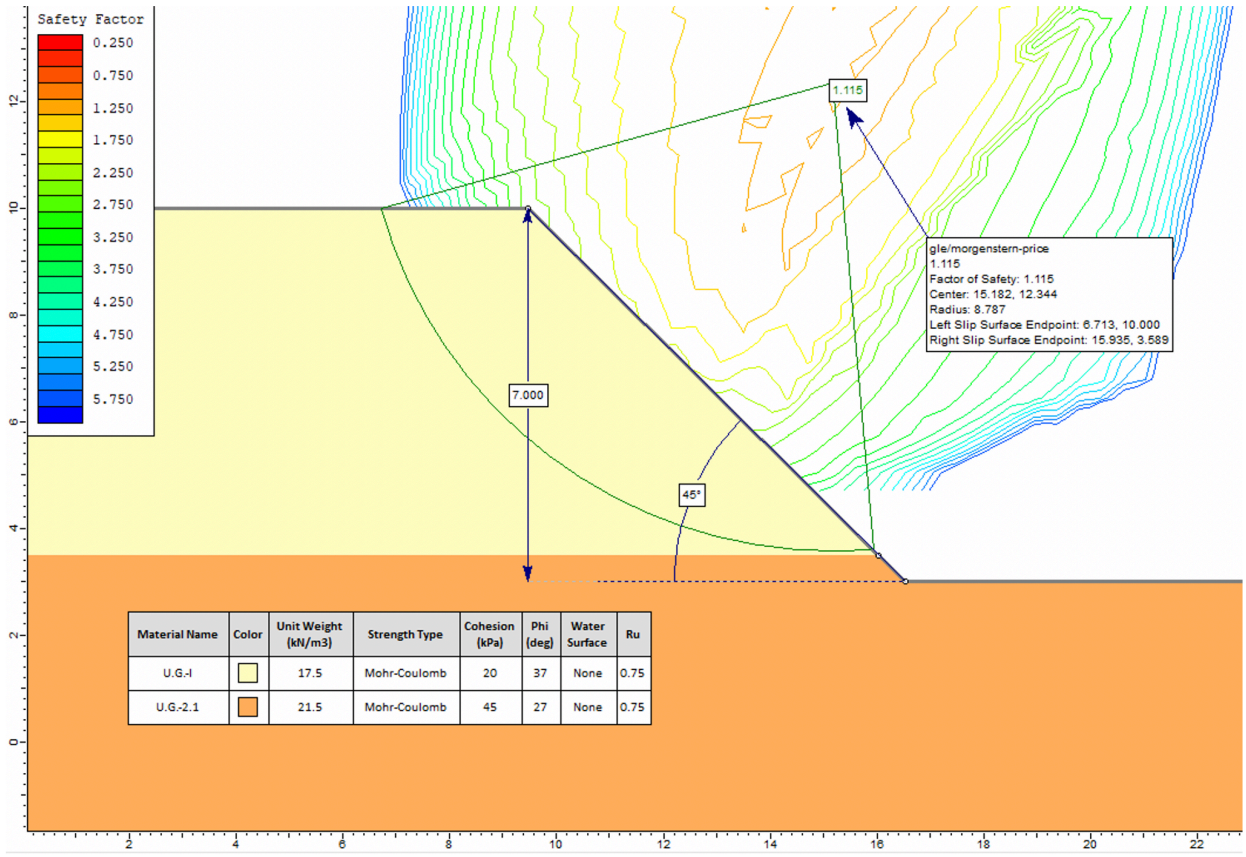


Figura 78. Análisis de estabilidad del talud temporal para una excavación máxima de 7 m Talud de excavación con pendiente 1H:1V. Factor de seguridad = 1,115.

En estas condiciones, se recomienda una pendiente de excavación de entre 1H:1V y 3H:2V para los taludes provisionales en desmonte a excavar de altura inferior a 3,5m y para taludes provisionales con alturas superiores a 3,5 m se recomienda adoptar solo pendientes 3H:2V, excepto si finalmente aflorasen materiales cementados (conglomerados), donde esa pendiente podría incrementarse.

16. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DE LA CONTENCIÓN PERIMETRAL

En este capítulo se realiza la comprobación geotécnica de la estabilidad global del conjunto terreno-muro-terraplén que conforma la contención del ATI en todo su perímetro. No se analiza el muro de hormigón desde el punto de vista estructural, aspecto que debe ser abordado por el proyecto civil.

16.1. Datos de partida

Los materiales de terraplenado para la contención serán gravas arenosas pertenecientes a la UG-1, procedentes de las excavaciones del vaciado, para las que se ha estimado un ángulo de rozamiento interno efectivo de 37° y una cohesión efectiva despreciable, a la que se asigna un valor residual de 2kPa para el correcto funcionamiento del modelo.

Se efectúa el cálculo en la situación permanente (estática), pero es preciso además verificar que en caso de ocurrencia de un evento sísmico de las características establecidas para CNC, es decir, 0,30g para el movimiento horizontal y 0,12g para el movimiento vertical, de acuerdo con el criterio de Newmark (aceleración vertical igual al 40% de la horizontal).

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

En general, se han considerado que los rellenos se disponen con taludes en pendiente 5H:2V en todo el perímetro.

Se efectúa el cálculo en la situación permamente (estática), pero es preciso además verificar que en caso de ocurrencia de un evento sísmico de las caracerísticas establecidas para CNC, es decir, 0,30g para el movimiento horizontal y 0,12g para el movimiento vertical, de acuerdo al criterio de Newmark (aceleración vertical igual al 40% de la horizontal).

16.2. Metodología de cálculo

En este capítulo se analiza la estabilidad de los taludes . Los cálculos de comprobación de la estabilidad global se realizaron con el programa PLAXIS® 2D v.21.0.00.479.

Se aplican los coeficientes de seguridad mínimos indicados en la tabla 4.1 de la *Guía de Cimentaciones de Obras de Carretera* del MIFOM (apartado 4.4: Estabilidad global*)*, tanto para la situación permanente (F_1=1,5) como para la situación accidental (F_3=1,1).

Tabla 86. Coeficientes de seguridad mínimos, establecidos en la Guía de Cimentaciones de Obras de Carretera MIFOM.

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE NORMAL	COEFICIENTE REDUCIDO
Casi permanente (*)	$F_1 \geq 1,50$	$F_{1,red} \geq 1,30$
Característica	$F_2 \geq 1,30$	$F_{2,red} \geq 1,20$
Accidental	$F_3 \geq 1,10$	$F_{3,red} \geq 1,05$

(*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 (véase apartado 2.10), o $F_{2,red}$, según sea el caso.

16.3. Cálculos de estabilidad

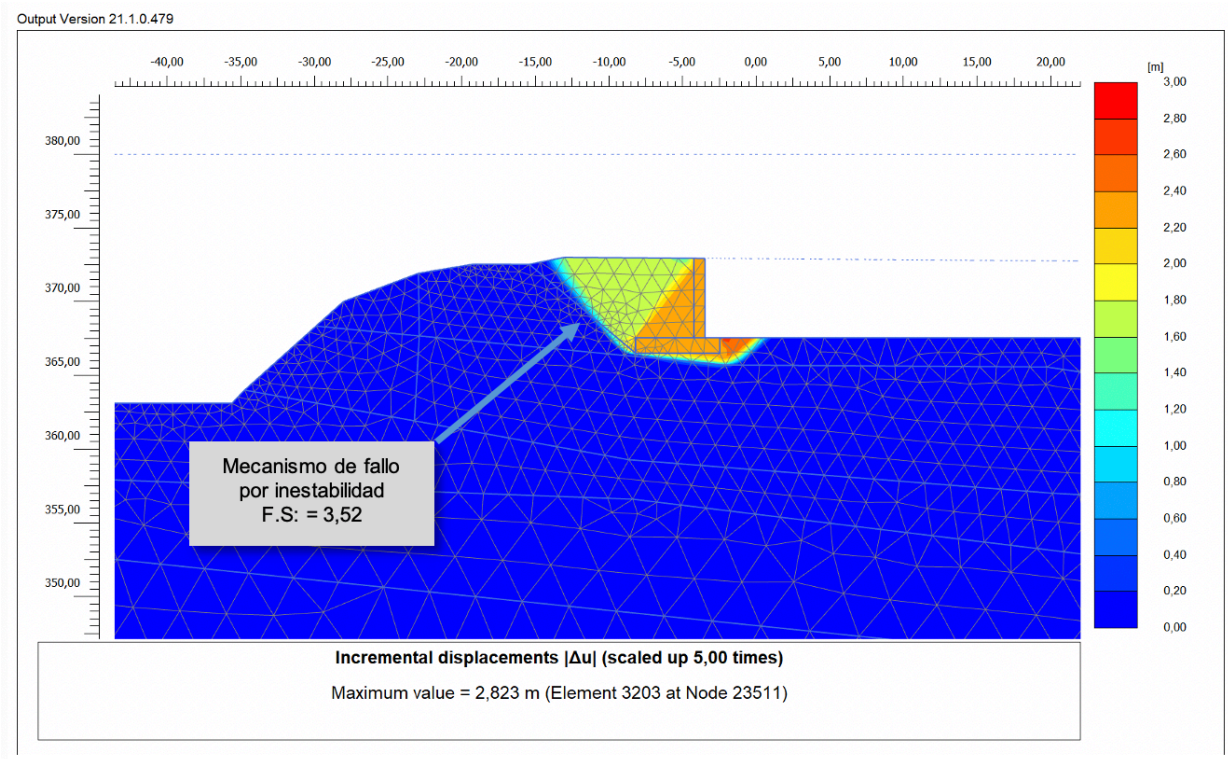
Se efectúa el cálculo de estabilidad global de los muros perimetrales tomando como referencia los perfiles N.º 2,5 y 6. El resto de los muros conservarán prácticamente las mismas condiciones de cimentación y relleno, manteniendo la geometría y el apoyo sobre la unidad UG1. Por lo tanto, puede esperarse que presenten comportamientos homogéneos, alcanzado factores de seguridad frente a la estabilidad global similares, tanto en la situación persistente para la acción sísmica. Respecto a esta última acción, se han obtenido los factores de seguridad en la dirección de la aceleración más desfavorable para la estabilidad global del muro.

En las siguientes figuras se muestran los mecanismos de fallo en cada una de las situaciones consideradas (situación cuasi-permanente y acción sísmica) y los factores de seguridad alanzados en cada tipo de muro:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

PERFIL N.º 6-Muro Norte



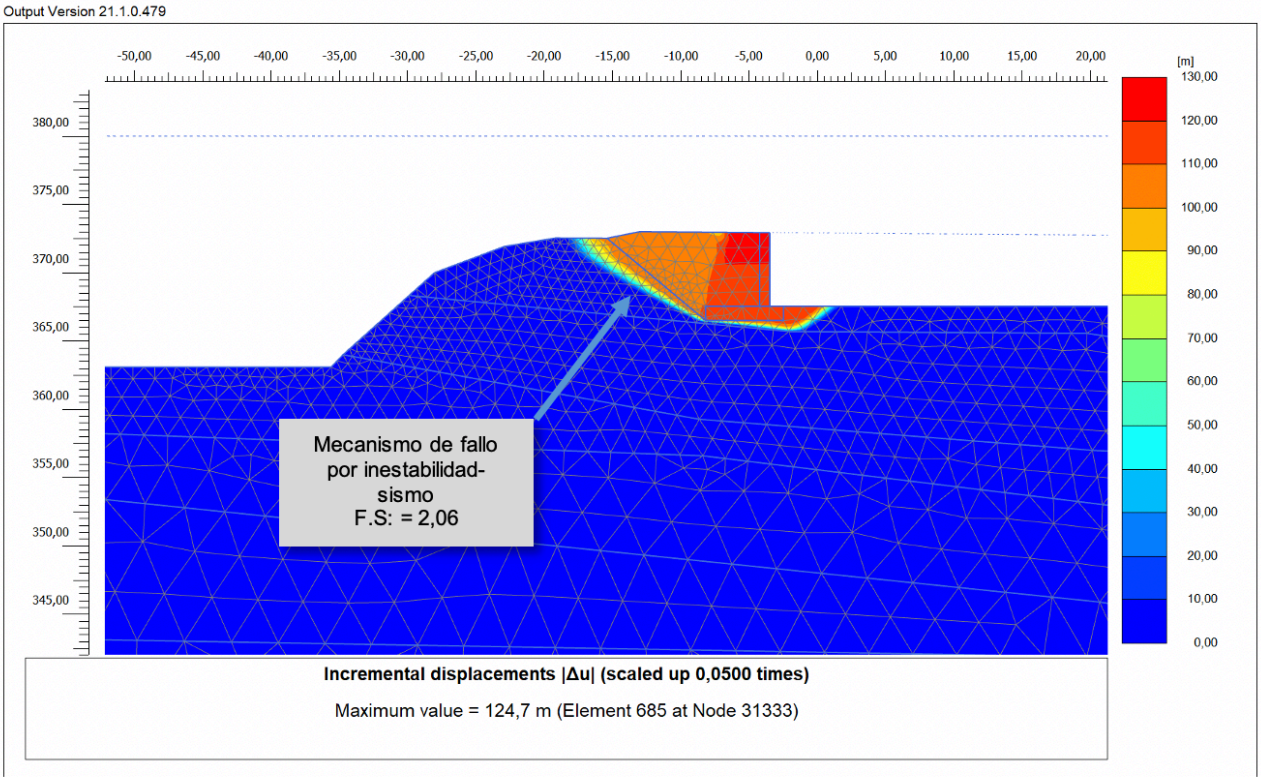
Project description	: PERFIL 6-muro norte-cuasiperm.	**Output Version 21.1.0.479**
Company	: EGROUP	
Project filename	: PERFIL 6-muro norte	Date : 09/11/2022
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info				
Phase	Phase_4 [Phase_4]			
Step	Initial			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	2,000			
Relative stiffness	2,816E-12			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000
Strength reduction factor	M_{sf}	-0,5072E-3	ΣM_{sf}	3,524
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	M_{Area}	0,000	ΣM_{Area}	0,8486
Active proportion of stage	M_{Stage}	0,000	ΣM_{Stage}	0,000

Figura 79. Análisis de estabilidad del muro perimetral norte, perfil N.º 6. Situación persistente estática. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por inestabilidad global e información del resultado de cálculo. Factor de Seguridad (ΣMsf) = 3,52

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



Project description	: PERFIL 6-muro norte -ACC.SISMO.	**Output Version 21.1.0.479**
Company	: EGROUP	
Project filename	: PERFIL 6-muro norte	Date : 09/11/2022
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info				
Phase	Phase_6 [Phase_6]			
Step	Initial			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	0,5000			
Relative stiffness	5,548E-12			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000
Strength reduction factor	M_{sf}	0,2438E-3	ΣM_{sf}	2,064
Time	Increment	0,000	End time	0,000

Figura 80. Análisis de estabilidad del muro perimetral norte, perfil N.º 6. Situación accidental: sismo. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por inestabilidad global e información del resultado de cálculo. Factor de Seguridad (ΣMsf) = 2,06

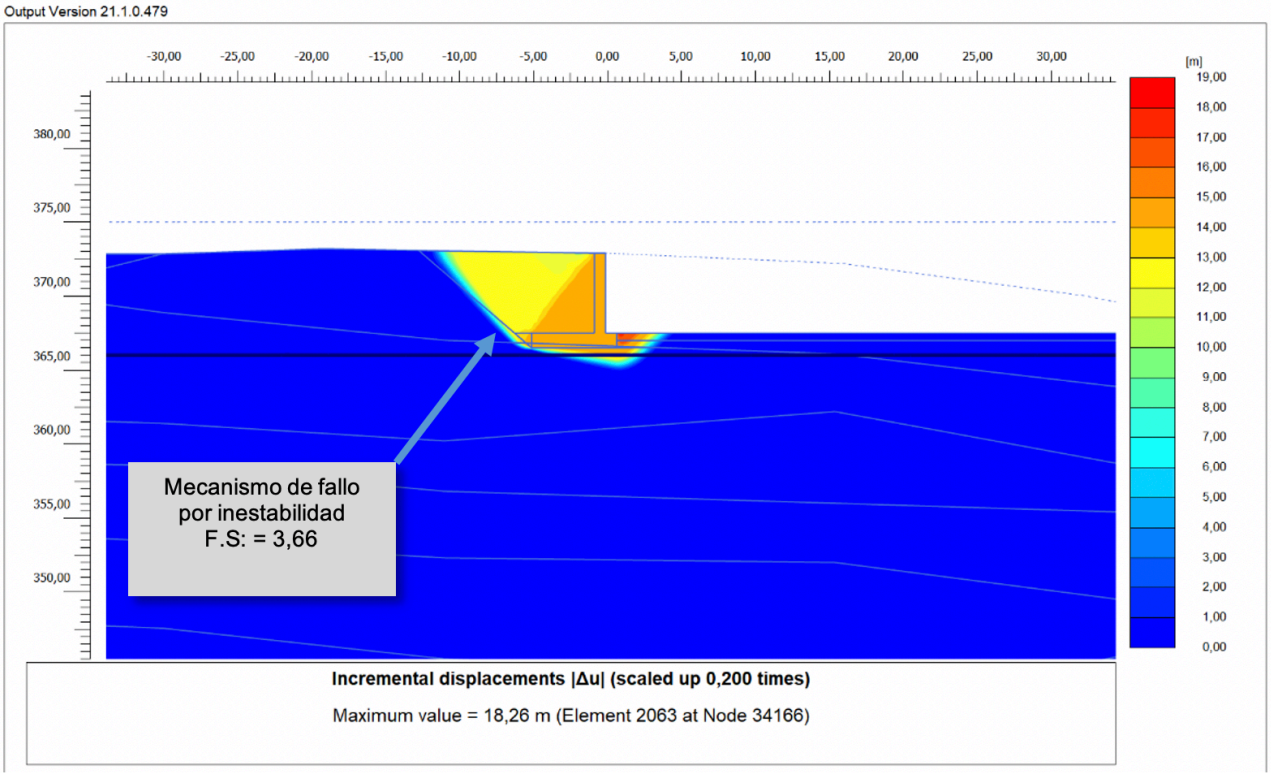
El factor de seguridad (FS) mínimo obtenido en la situación estática (cuasi-permanente) es 3,52, superior a 1,5 por lo que se puede concluir que el talud estudiado es estable en su totalidad. Este mínimo se localiza a través del cuerpo del terraplén con salida por su pie y no afecta al muro. El factor de seguridad (FS) mínimo obtenido en la situación pseudoestática (accidental) cuando el sentido de la aceleración se dirige hacia el intradós del muro perimetral

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

resulta ser igual a FS=2,06. El coeficiente mínimo de seguridad es superior a 1,1, por lo que se puede concluir que el talud estudiado es estable en la situación accidental para las hipótesis de diseño consideradas.

PERFIL N.º 5-Muro Norte



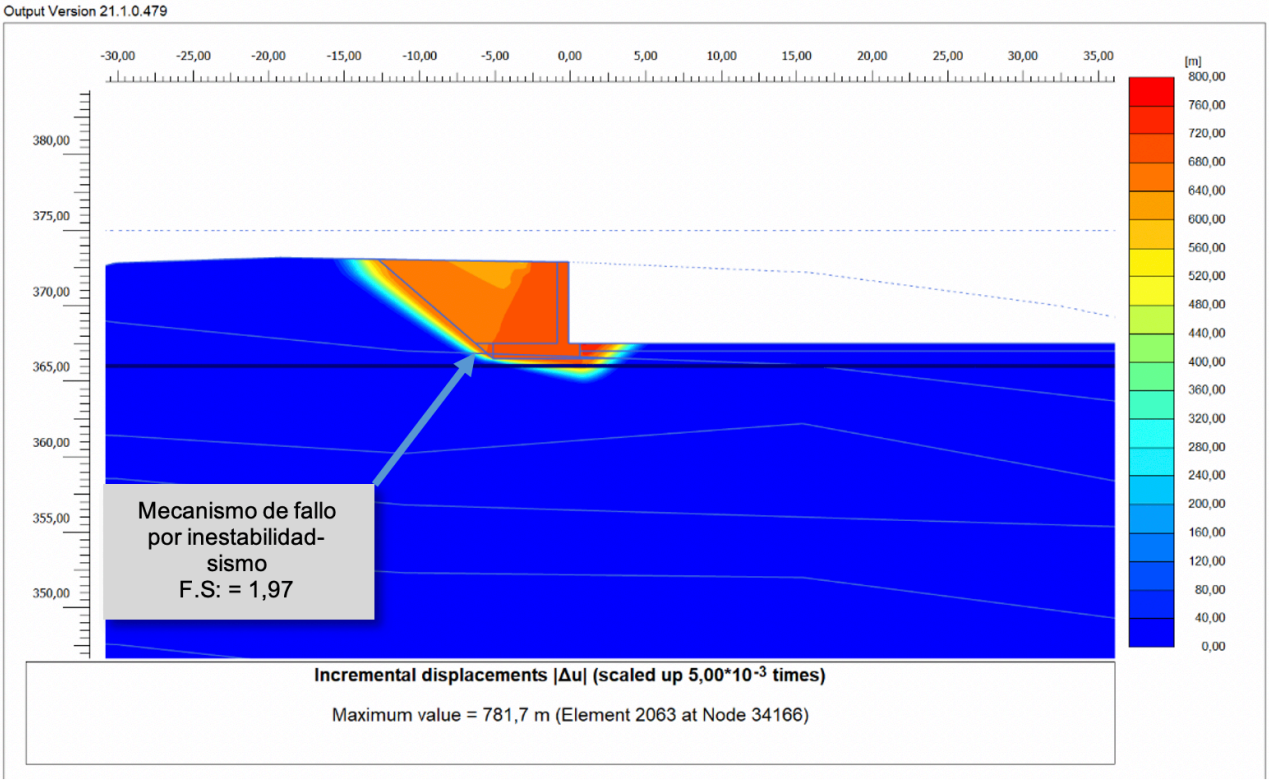
Project description	: PERFIL 5-muro norte -cuasi-permanente	**Output Version 21.1.0.479**
Company	: EGROUP	
Project filename	: PERFIL 5-muro norte	Date : 09/11/2022
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info				
Phase	Phase_4 [Phase_4]			
Step	Initial			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	2,000			
Relative stiffness	-0,5996E-9			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000
Strength reduction factor	M_{sf}	0,6669E-3	ΣM_{sf}	3,658
Time	Increment	0,000	End time	0,000

Figura 81. Análisis de estabilidad del muro perimetral norte, perfil N.º 5 . Situación persistente estática. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por inestabilidad global e información del resultado de cálculo. Factor de Seguridad (ΣMsf) = 3,66

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



Project description	: PERFIL 5-muro norte -ACC. SISMO	**Output Version 21.1.0.479**
Company	: EGROUP	
Project filename	: PERFIL 5-muro norte	Date : 09/11/2022
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info				
Phase	Phase_6 [Phase_6]			
Step	Initial			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	0,5000			
Relative stiffness	-8,515E-12			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000
Strength reduction factor	M_{sf}	-0,2284E-3	ΣM_{sf}	1,973
Time	Increment	0,000	End time	0,000

Figura 82. Análisis de estabilidad del muro perimetral norte, perfil N.º 5. Situación accidental: sismo. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por inestabilidad global e información del resultado de cálculo. Factor de Seguridad (ΣMsf) = 1,97

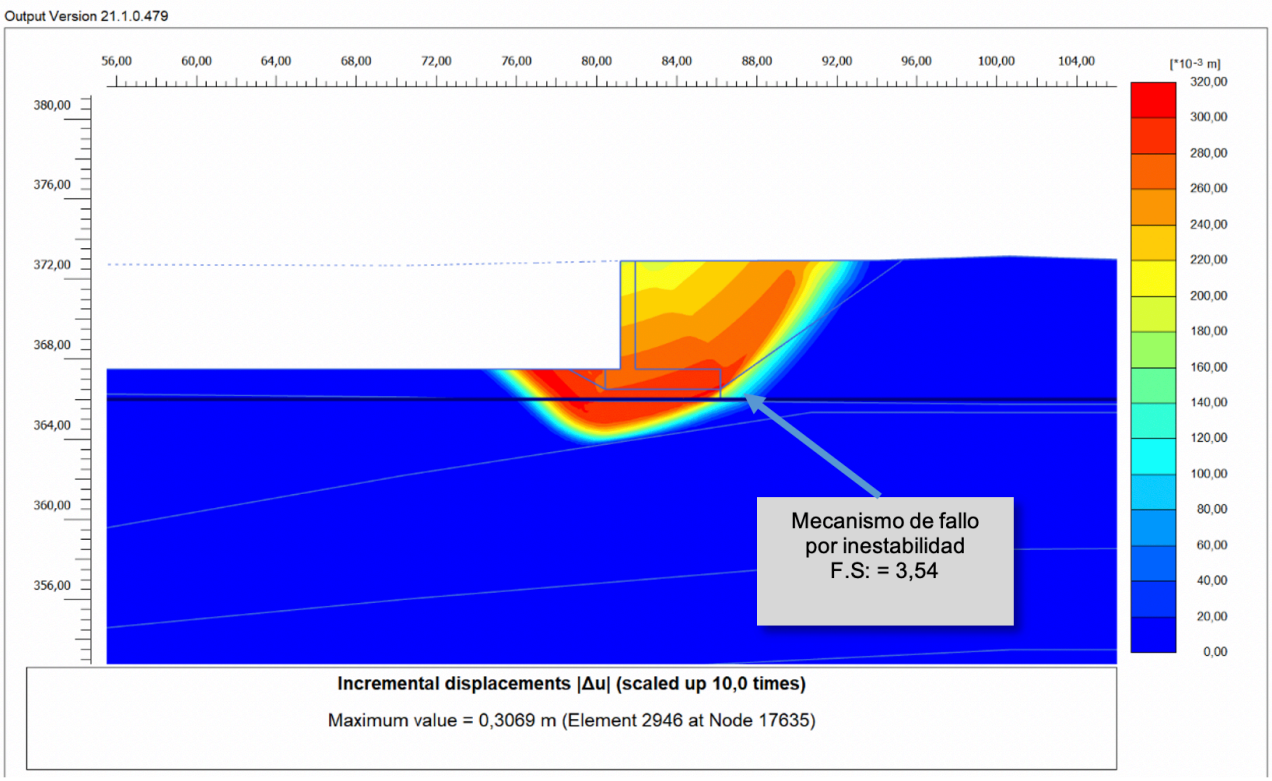
El factor de seguridad (FS) mínimo obtenido en la situación estática (cuasi-permanente) es 3,66, superior a 1,5 por lo que se puede concluir que el talud estudiado es estable en su totalidad. Este mínimo se localiza a través del cuerpo del terraplén con salida por su pie y no afecta al muro. El factor de seguridad (FS) mínimo obtenido en la situación pseudoestática (accidental) cuando el sentido de la aceleración se dirige hacia el intradós del muro perimetral

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

resulta ser igual a FS=1,97. El coeficiente mínimo de seguridad es superior a 1,1, por lo que se puede concluir que el talud estudiado es estable en la situación accidental para las hipótesis de diseño consideradas.

PERFIL N.º 2-Muro Este



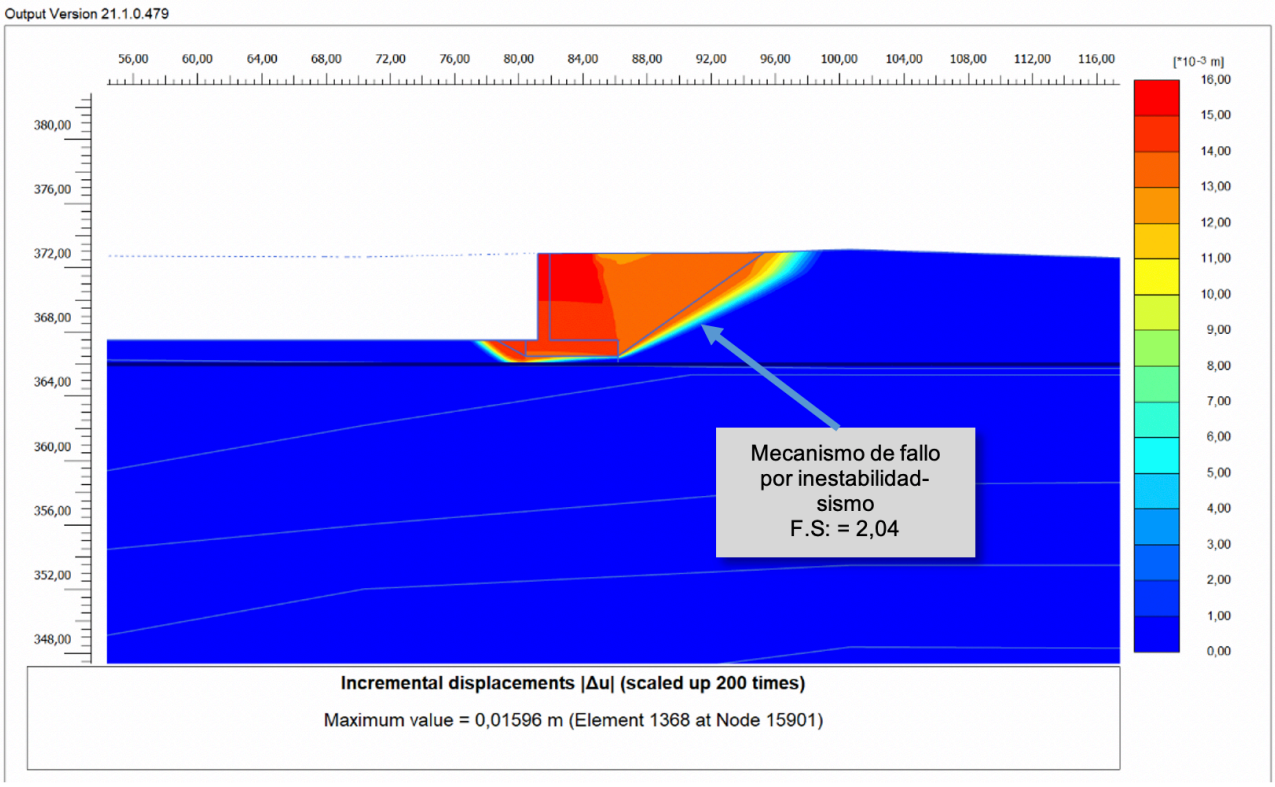
Project description	: PERFIL 2-muro-CUASIPERM	**Output Version 21.1.0.479**
Company	: EGROUP	
Project filename	: PERFIL 2-muro-CUASIPERM	Date : 09/11/2022
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info				
Phase	Phase_4 [Phase_4]			
Step	Initial			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	2,000			
Relative stiffness	-0,02832E-9			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000
Strength reduction factor	M_{sf}	0,01718E-3	ΣM_{sf}	3,540
Time	Increment	0,000	End time	0,000

Figura 83. Análisis de estabilidad global del muro perimetral este, perfil N.º 2. Situación persistente estática. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por inestabilidad global e información del resultado de cálculo. Factor de Seguridad (ΣMsf) = 3,54

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



Project description	: PERFIL 2-muro	**Output Version 21.1.0.479**
Company	: EGROUP	
Project filename	: PERFIL 2-muro	Date : 09/11/2022
Output	: Calculation information	Page : 1

Step info				
Phase	Phase_6 [Phase_6]			
Step	Initial			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	2,000			
Relative stiffness	-0,04777E-6			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000
Strength reduction factor	M_{sf}	0,7471E-3	ΣM_{sf}	2,043
Time	Increment	0,000	End time	0,000

Figura 84. Análisis de estabilidad global del muro perimetral este, perfil N.º 2. Situación accidental: sismo. Desplazamientos incrementales mostrando el mecanismo de fallo por inestabilidad global e información del resultado de cálculo. Factor de Seguridad (ΣMsf) = 2,04.

El factor de seguridad (FS) mínimo obtenido en la situación estática (cuasi-permanente) es 3,54, superior a 1,5 por lo que se puede concluir que el talud estudiado es estable en su totalidad. Este mínimo se localiza a través del cuerpo del terraplén con salida por su pie y no

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

afecta al muro. El factor de seguridad (FS) mínimo obtenido en la situación pseudoestática (accidental) cuando el sentido de la aceleración se dirige hacia el intradós del muro perimetral resulta ser igual a FS=2,04. El coeficiente mínimo de seguridad es superior a 1,1, por lo que se puede concluir que el talud estudiado es estable en la situación accidental para las hipótesis de diseño consideradas.

Se concluye, por lo tanto, que todos los factores de seguridad obtenidos quedan por encima de los valores aceptados como admisibles según el criterio de la Guía de cimentaciones para obras de carretera. No obstante, debe tenerse en cuenta que, dado el nulo confinamiento superficial de este terraplén granular, se recomienda protegerlos superficialmente para evitar derrames, mediante el uso de geoceldas sintéticas rellenas con gravas gruesas de machaqueo, conjunto que artificialmente otorga cohesión y resistencia a la movilización, tanto erosiva como sísmica.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos:

Tabla 87. Resultados de los análisis de estabilidad de los muros perimetrales

Perfil muro	Situación	FS mínimo
6-norte	Persistente	3,52
5-norte	Persistente	3,66
2-este	Persistente	3,54
6-norte	Sismo	2,06
5-norte	Sismo	1,97
2-este	Sismo	2,04

17. COEFICIENTES DE EMPUJE DEL TERRENO

Se exponen a continuación los datos necesarios para la estimación de los diferentes tipos de empujes y presiones a tener en cuenta a la hora del diseño de elementos de contención (CTE-DE SE-C):

Tabla 88. Parámetros para el cálculo de empujes del terreno sobre elementos de contención.

Tipo de suelo	Ángulo de rozamiento ϕ' (º)	Ka	Kp	Ko
NG1 Gravas (terraza aluvial)	37	0,23	6,52	0,40

$$Ka = \left[\frac{\operatorname{cosec}\beta \ \operatorname{sen}(\beta - \phi')}{\sqrt{sen(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{sen(\beta + \phi') \ \operatorname{sen}(\phi' - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]$$

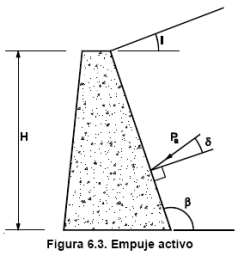


Figura 6.3. Empuje activo

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

$$Kp = \left[\frac{\operatorname{cosec}\beta \ \operatorname{sen}(\beta + \phi')}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta - \delta)} - \sqrt{\dfrac{\operatorname{sen}(\delta + \phi') \ \operatorname{sen}(\phi' + i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]$$

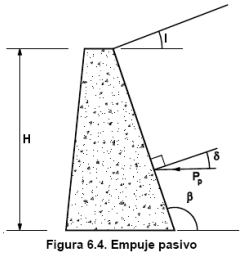


Figura 6.4. Empuje pasivo

Figura 85. Esquema geométrico para el cálculo de empujes en muros. CTE.

Para el coeficiente de empuje en reposo se adopta la ecuación de Kaky, 1948:

Ko = 1 – seno ϕ'

En este caso, consideramos:

ϕ' ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno = 37°.

Trasdós vertical, B = 90°

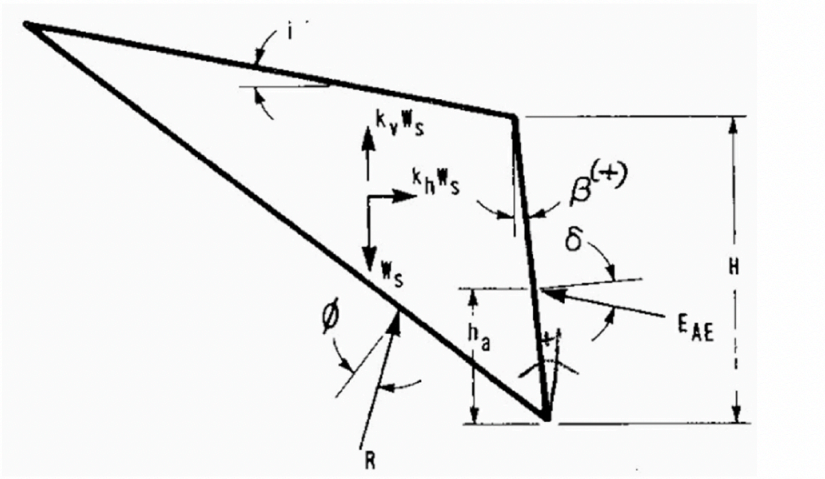
Pendiente terreno i = 0 °.

Ángulo de rozamiento muro-terreno δ ~ 1/3 ϕ'

La evaluación del empuje activo dinámico del suelo requiere de un análisis complejo que considera la interacción suelo-estructura. Para ello, algunos autores han adoptado hipótesis simplificadas, considerando el relleno como un material granular no saturado, cimentación indeformable, admitiendo que la cuña de suelo es un cuerpo rígido y que los desplazamientos laterales son despreciables. Con estas limitaciones Okabe (1926) y luego Mononobe (1929), formularon una teoría sobre el comportamiento de una cuña que se desliza sobre un plano de falla actuando sobre un muro de contención.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com



$$K_{ad} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos\theta \cdot \cos^2\beta \cdot \cos(\delta + \beta + \theta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi + \delta) \cdot \operatorname{sen}(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cdot \cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

Figura 86. Esquema cuña deslizante.

Siendo:

ϕ' = ángulo de rozamiento interno.

K_h es el coeficiente sísmico horizontal .

δ es el ángulo de fricción entre muro y suelo.

i es el ángulo de inclinación del relleno.

β es el ángulo de inclinación del paramento interior del estribo y

θ se obtiene como

$\theta = \tan^{-1}[k_h/(1-k_v)]$

El método simplificado de Mononobe-Okabe consiste en determinar el coeficiente de empuje activo dinámico como un incremento del coeficiente de empuje estático, dependiente del ángulo de rozamiento interno y de la aceleración sísmica. En base a estas calibraciones numéricas se han derivado dos fórmulas simples para obtener el incremento del coeficiente del empuje activo por efectos sísmicos K_{ad}. Estas ecuaciones se plantean en función de K_h y para K_v = i = β=0, y en grados sexagesimales (Diseño sísmico de estructuras de contención en suelos granulares, Roberto E. Terzariol).

$$\text{Si } 0 < Kh < 0.2\ ;\ \Delta K_{ad} = \left(1.155 - \frac{\varphi}{75}\right) Kh$$

$$\text{Si } 0.2 < Kh < 0.35\ ;\ \Delta K_{ad} = \left(\frac{\varphi}{560}\right) - 0.08 + \left[\left(1.6 - \frac{\varphi}{45}\right) Kh\right]$$

Con el empleo de las mismas, se puede enunciar un procedimiento, que se sintetiza a continuación:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

1. Calcular el coeficiente de empuje activo estático Ka.

2. Seleccionar el coeficiente K_h más adecuado.

3. Determinar el incremento del coeficiente del empuje activo ΔK_{ad} mediante la fórmula simplificada correspondiente.

4. Obtener el coeficiente de empuje activo dinámico y el empuje activo dinámico total de la siguiente forma;

$$K_{ad} = K_a + \Delta K_{ad}$$

Las fuerzas actuantes sobre la cuña activa de suelo granular seco, se ilustran en la Figura anterior, adicionalmente a las fuerzas estáticas que actúan en la cuña de falla existen unas fuerzas pseudo estáticas horizontal y vertical cuyas magnitudes están relacionadas con la masa de cuña por la aceleración pseudoestática $a_h = k_h g$, y $a_v = k_v g$, donde a_h y a_v son los llamados aceleraciones sísmicas horizontales y verticales utilizadas en el empuje activo dinámico y K_h y K_v los coeficientes sísmicos respectivos.

El EC-08 contempla la siguiente expresión para hallar el coeficiente sísmico horizontal:

$$k_h = \alpha \frac{S}{r}$$

Tabla 89. Procedimiento para el cálculo del parámetro S según EC-8.

Tabla AN/2 (Tabla 3.2): Valores de los parámetros que describen el espectro elástico de respuesta horizontal

Suelo tipo	S	T_B (s)	T_c (s)	T_D (s)
A	1	$\frac{T_C}{5}$	$\frac{K}{4}$	2.0
B C	$a_g \le 0.1g$: $S = C$ $0.1g < a_g \le 0.4g$: $S = C + 3.33\left(\frac{a_g}{g} - 0.1\right)(1.0 - C)$ $a_g > 0.4g$: $S = 1$	$\frac{T_C}{5}$	$\frac{KC}{4}$	2.0
D	$a_g \le 0.1g$: $S = 2$ $0.1g < a_g \le 0.4g$: $S = 2.33 - 3.33\frac{a_g}{g}$ $a_g > 0.4g$: $S = 1$	$\frac{T_C}{5}$	$\frac{K}{2}$	2.0

donde $C = (800 / v_{s,30})^{0.465}$ (con $v_{s,30}$ en m/s) y K se establece en 3.2.1(2).

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Tabla 90. Valores de r para el cálculo de Kh.

Tabla 14 **Valores de *r* para el cálculo del coeficiente sísmico horizontal (Tabla 7.1 de UNE-EN 1998-5)**

Tipo de estructura de contención	*r*
Muros de gravedad sin coacciones con desplazamiento máximo $d_r = 300\ \alpha\ S$ [mm]	2
Muros de gravedad sin coacciones con desplazamiento máximo $d_r = 200\ \alpha\ S$ [mm]	1,5
Muros flexibles de hormigón armado, muros anclados o apuntalados, muros de hormigón armado cimentados sobre pilotes verticales, muros de sótano con movimientos restringidos y estribos de puentes	1

Se obtiene:

Vs equivalente hasta 30 m= 998 m/s; C = 0,902

Para terreno tipo B se obtiene S = 0,967

Para r = 1, se obtiene K_h = 0,3 x 0,967/1 = 0,29

Aplicando la metodología anterior, se obtiene:

ΔK_{ad} = 0,21; $K_{ad} = K_a + \Delta K_{ad}$= 0,23+0.21; K_{ad} = 0,28

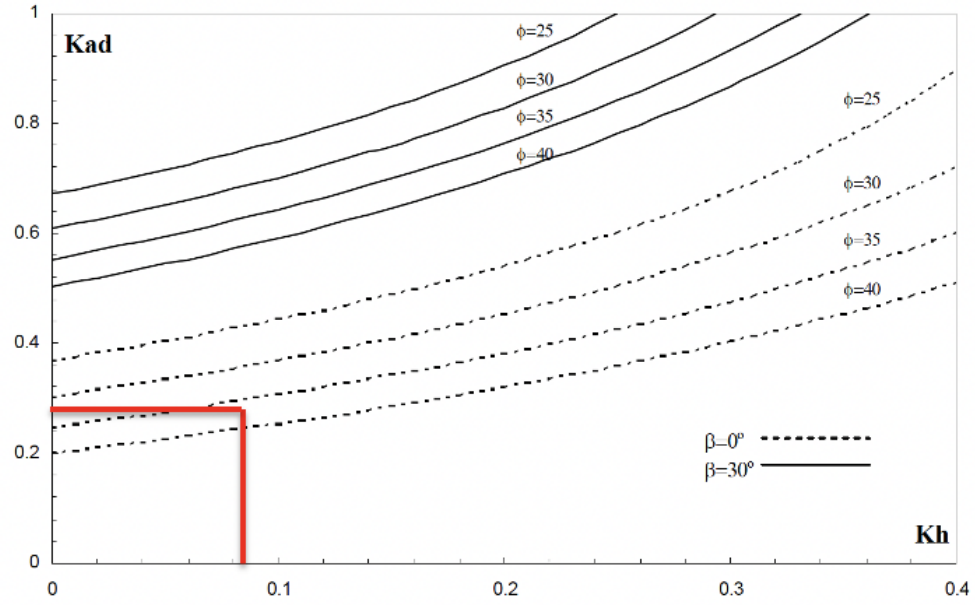


Figura 2: Variación de K_{ad} en función de Kh para, i = 0, Kv=0.

Figura 87. Cálculo gráfico de K_{ad}.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

18. MOVIMIENTO DE TIERRAS.

18.1. Excavabilidad

Se prevé la ejecución de un vaciado de espesor variable, que alcanzaría una altura de hasta 5-6 m en la zona noroeste del ATI, aunque en general será menor.

Esta excavación se prevé que se realice en su práctica totalidad sobre la unidad geotécnica UG-1 de gravas y conglomerados calcáreos, con una velocidad Vp de de esta unidad varía entre 1000m/s y 2500m/s.

La publicación Caterpillar Performance Handbook, en su edición 46ª, sobre la base de estudios llevados a cabo en gran variedad de suelos, define la capacidad de sus equipos de ripado en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en cada tipo de suelo/roca. Estos gráficos son de aplicación para la selección de los equipos de escarificado más adecuados, con ciertas reservas ya que, por razones comerciales, CATERPILLAR suele ser optimista en lo relativo a la capacidad de sus equipos.

La tabla correspondiente al buldócer tipo D9R de CATERPILLAR, es la siguiente:

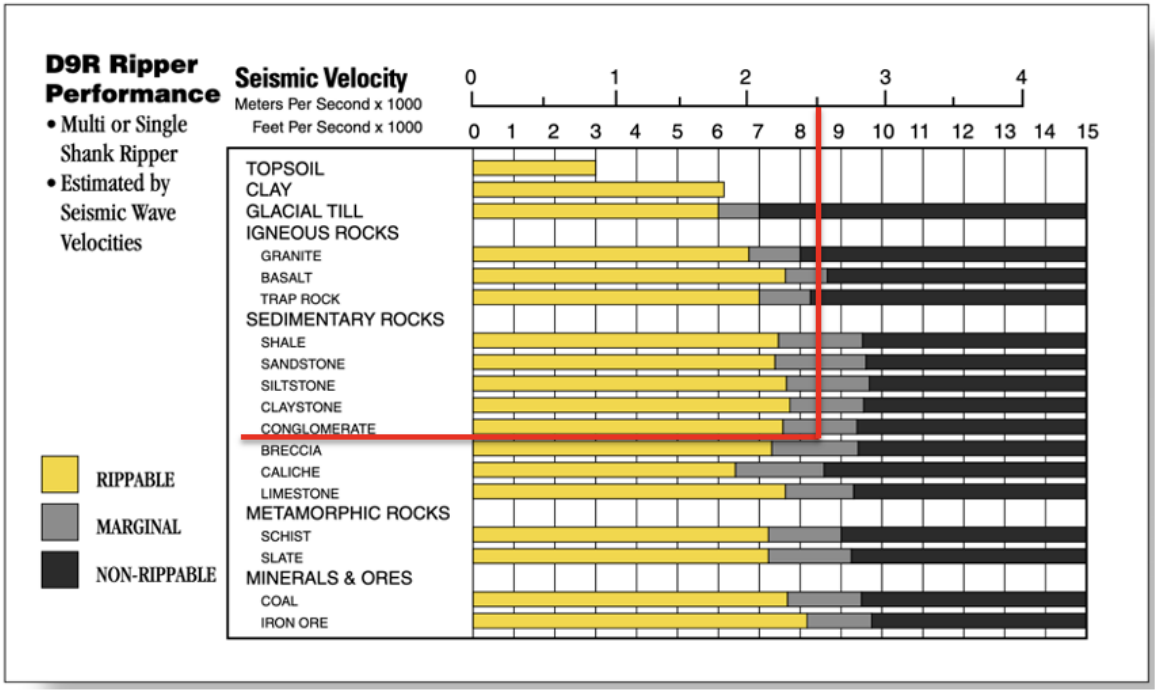


Figura 88. Gráfico para estimación de la ripabilidad en función del tipo de suelo/roca y de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas para los buldóceres Caterpillar D9R.

Atendiendo a este gráfico, los conglomerados serían marginales con un D9R para las velocidades VP obtenidas,

Si se tiene en cuenta un buldócer tipo D11R, el material se clasificaría como ripable.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

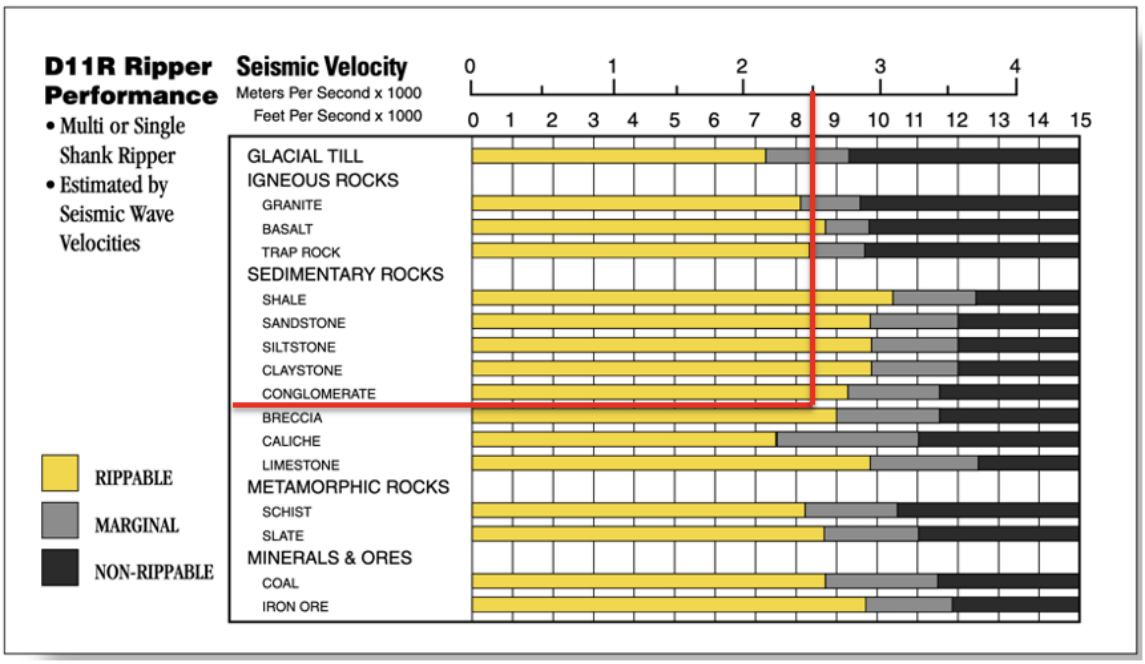


Figura 89. Gráfico para estimación de la ripabilidad en función del tipo de suelo/roca y de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas para los buldóceres Caterpillar D9R.

Pero además de la capacidad de ripado, el rendimiento de los equipos juega un papel importante a la hora de estimar en el coste y el plazo de ejecución de las excavaciones, de modo que también es interesante evaluar el rendimiento de los diferentes equipos que podrían emplearse. La siguiente figura muestra una estimación de los rendimientos en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas longitudinales VP para los buldóceres CATERPILLAR D9R, D10R y D11R.

Se observa que un D9R alcanza rendimientos ideales (optimistas) en torno a 600m^3/h para rocas con VP=2000m/s, no siendo recomendable su uso para materiales con VP mayores.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

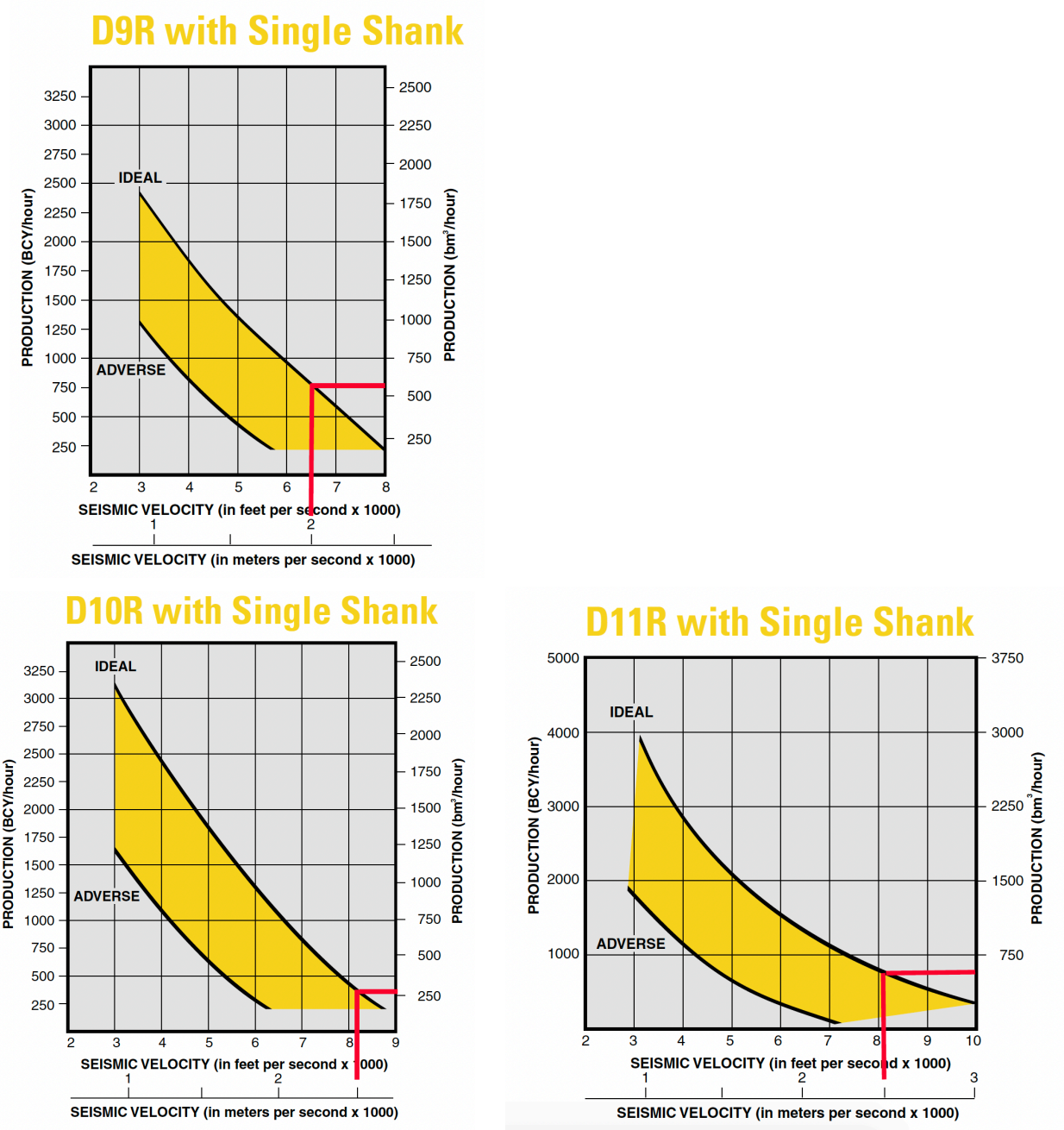


Figura 90. Gráficos para estimación de los rendimientos en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas longitudinales VP y para los buldóceres Caterpillar D10R y D11R.

En el caso de VP en torno a 2500m/s, desde el punto de vista de la producción del equipo, resulta ventajoso el uso de un equipo D11R frente a un D10R, ya que el D11R (~600m^3/h) prácticamente duplica el del D10R (~300m^3/h).

En cualquier caso, es de esperar una mayor dificultad y menor rendimiento por debajo de la cota 371.

Según la experiencia previa, el uso combinado de bulldozer con rotura percusiva mediante martillos neumáticos pesados sobre retroexcavadora de orugas, que rompen los niveles cementados, mejora las producciones en excavación.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

18.2. Aprovechamiento de materiales

Los materiales que componen la terraza aluvial (UG1) se han clasificado según PG3 en campañas anteriores como adecuados o tolerables.

Estos materiales, que serán parcialmente desmontados para la implantación del nuevo ATI, son válidos para su uso en cimiento y núcleo de terraplenes y rellenos, e incluso como capa de asiento o explanada si se evita el acceso de agua para prevenir la disolución de las sales solubles, cuyo contenido medio previsto según campañas anteriores es de 0,6.

No obstante, antes de proceder a su uso como material de relleno, se recomienda efectuar una campaña de ensayos de identificación sobre una batería de muestras tomadas en los materiales excavados para confirmar estos resultados.

En cuanto al espesor de tierra vegetal, se recomienda considerar un espesor de 0,20m de suelo vegetal por la presencia de raíces, aunque puntualmente este espesor de suelo vegetal puede ser superior, que en cualquier caso ha de ser eliminado de la huella de trabajo, acopiado en vertedero de inertes o reutilizado.

19. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objeto de este informe es analizar e interpretar toda la información geológica y geotécnica disponible de cara a determinar todos los condicionantes geotécnicos del emplazamiento del nuevo Almacén Temporal Individualizado (ATI-100), situado junto al emplazamiento del ATI-24.

Para la planificación de los trabajos se han tenido en cuenta la normativa nuclear de ámbito geotécnico y la configuración del anteproyecto adjudicatario de HOLTEC para el futuro ATI-100, cuya construcción requerirá de un movimiento de tierras con desmonte variable entre de hasta 6-7 m.

Sobre la base de la normativa internacional nuclear de referencia; y teniendo en cuenta el tipo de terreno conocido, la importancia de esta instalación y las dimensiones iniciales de las cimentaciones previstas, se han llevado a cabo las prospecciones geotécnicas sobre cuyos resultados de campo y laboratorio se ha procedido con la caracterización geotécnica del subsuelo.

A petición y bajo la supervisión de IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U, la empresa CODEXSA (acreditada en las áreas GTC y GTL y que dispone de una Declaración Responsable que la habilita para estas actividades) ha ejecutado los trabajos de campo y de laboratorio y ha redactado el presente informe interpretativo.

Los requisitos sísmicos son más restrictivos que los exigidos en la NCSE-02 y vienen determinados por el terremoto definido en campo libre por el espectro mediano de la norma RG 1.60 aplicada en proyectos nucleares, escalada a un valor de 0,30g, de acuerdo con la información facilitada por la CNC.

A partir de las investigaciones y ensayos efectuados, se ha determinado la estructura geotécnica del subsuelo en el emplazamiento del ATI, que consta de las siguientes unidades geotécnicas:

- UG-1 Conglomerados (Pleistoceno).

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

- UG-2.1 Limos areno-arcillosos, con intercalación de conglomerados (Mioceno).

- UG-2.2 Conglomerados, areniscas y limolitas (Mioceno).

El nivel freático fue detectado a cotas variables entre +352,1 y +353,8 m en la zona del ATI, unos 16 m por debajo de la cota de explanación (+368). Esta agua subterránea se correspondería con acuíferos colgados emplazados en diferentes formaciones de conglomerados (UG2.1_Co y UG2.2_Co).

No obstante, durante la campaña para el ATI-24, adyacente al nuevo proyecto, el nivel freático fue detectado a cotas variables entre +356,7 y +368,1m. Esta agua subterránea se correspondería con un acuífero libre colgado emplazado en la terraza T4 formada por los conglomerados, concentrado en su muro y muy próximo al nivel acuitardo terciario subyacente.

Este exiguo acuífero colgado, sin aporte externo más que el pluviométrico, tiende a drenar de forma natural y difusa por sus flancos norte, oeste y sur al encontrarse el emplazamiento del ATI sobre una cuerda alomada sobreelevada respecto a los terrenos circundantes, sobre un nivel mucho menos permeable en su base. En este escenario no son previsibles variaciones significativas del nivel freático, por lo que no se prevén fenómenos de subpresión que puedan afectar a las cimentaciones.

De acuerdo con las características geotécnicas del subsuelo y el correspondiente análisis, las cimentaciones previstas podrán resolverse de forma directa (previstas dos losas de almacenamiento, norte y sur para edificio, y zapatas en muros perimetrales), apoyándose el ATI en su mayor parte sobre la unidad geotécnica UG-1.

La nueva estructura se compone de dos losas de almacenamiento de 1 m se espesor y de forma rectangular. La cota superior de acabado de la losa será la +370,0msnm.

El eje intermedio de las losas viene a coincidir prácticamente con el perfil geotécnico N.º 2. La losa situada al norte presenta, en planta una figura compuesta por dos rectángulos solidarios de dimensiones 57,70 x 22,50 m y 22,60 x 17,50 m. La losa situada al sur presenta un contorno rectangular de dimensiones 80,30 x 17,50 m. Se considera sobre ellas una sobrecarga de trabajo uniformemente repartida de 85 kPa.

Perimetralmente, ambas losas estarán rodeadas por un muro-ménsula autoportante de hormigón armado de hasta 6 m de altura.

Los cálculos de capacidad por hundimiento y la estimación de asientos se ha realizado mediante el software de elementos finitos PLAXIS® 2D AE.02.

Considerando los valores de tensiones admisibles mínimos obtenidos con los cálculos de Plaxis 2D se establecen las siguientes presiones admisibles frente a hundimiento (ELU):

- Losa principal de almacenamiento=500 KPa
- Zapata corrida en muros = 400 KPa

Sin embargo, en el caso de losas de cimentación son generalmente los asientos los que limitan las presiones máximas aplicables sobre el terreno, lo que suele convertir a la condición de asentamientos (ELS) en la más restrictiva a la hora de definir la presión máxima de trabajo.

Se han considerado 3 secciones tipo (perfiles N.º 2, 5 y 6) para el cálculo de asentamientos de las losas de almacenamiento y considerando una presión de trabajo de 25 kPa por peso propio de losa + 85 kPa por sobrecarga de uso.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Para las presiones de servicio previstas tanto en las losas del ATI como en los muros perimetrales, para las presiones de trabajo previstas, los asentamientos absolutos y relativos de todas las estructuras, además de sus distorsiones angulares, son admisibles.

A pesar de las elevadas aceleraciones de diseño sísmico y una vez conocida la naturaleza y estructura del sustrato, se descarta el riesgo de colapso por licuefacción del suelo bajo las cimentaciones.

La mayoría de los resultados, apuntan a que el potencial expansivo del terreno, UG2.1_Li es bajo. Se han obtenido datos aislados que apuntan a grado medio, que corresponden con repuntes de plasticidad, muy localizados o puntuales. No son de prever, por tanto, fenómenos de expansividad que puedan afectar a los elementos estructurales del ATI.

En cuanto a las excavaciones para explanaciones, la unidad geotécnica UG-1 (conglomerados y gravas), que se retirará parcialmente para el vaciado el ATI-100 es, en general y en base a las prospecciones microsísmicas realizadas, escarificable con equipos de potencia media-alta (tomando como referencia un buldócer CAT D9R). Si se desea aumentar el rendimiento, pueden emplearse equipos de mayor potencia: D10R o D11R, dependiendo de la producción que se desee obtener en el arrancamiento mecánico de los conglomerados (parece más operativo contar con un D10R, por su mayor maniobrabilidad); e incluso el uso de martillos hidráulicos pesados sobre retroexcavadora, aún con bajas producciones, solución, esta última, que se adoptó en el ATI-24 y que resultó satisfactoria, según manifiesta IGN.

Se recomienda una pendiente de excavación de entre 1H:1V y 3H:2V para los taludes provisionales en desmonte a excavar de altura inferior a 3,5m y para taludes provisionales con alturas superiores a 3,5 m se recomienda adoptar solo pendientes 3H:2V, excepto si finalmente aflorasen materiales cementados (conglomerados), donde esa pendiente podría incrementarse.

No obstante, dependiendo de la naturaleza de los cortes y el grado de cementación que presente el conglomerado, podrían adoptarse taludes provisionales más verticalizados, que deberán en todo caso someterse a la consideración de un experto geotécnico.

En cuanto a la estabilidad global del emplazamiento de los muros de contención, todos los factores de seguridad obtenidos quedan por encima de los valores aceptados como admisibles según el criterio de la *Guía de cimentaciones para obras de carretera*.

Según los resultados de ensayos químicos y en base al Código Estructural, el tipo de exposición es “no agresivo” en suelo.

En cambio, el agua freática marca una agresividad débil por sulfatos (XA1) en una de las muestras. No obstante, no se espera que las cimentaciones estén en contacto con el agua freática, situada a profundidades importantes.

No es necesario, por tanto, el empleo de cementos sulforresistentes en los hormigones en contacto con el terreno.

Los materiales que componen la terraza aluvial (UG1) se han clasificado según PG3 en campañas anteriores como adecuados o tolerables.

Estos materiales, que serán parcialmente desmontados para la implantación del nuevo ATI, son válidos para su uso en cimiento y núcleo de terraplenes y rellenos, e incluso como capa de asiento o explanada si se evita el acceso de agua para prevenir la disolución de las sales solubles, cuyo contenido medio previsto según campañas anteriores es de 0,6.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

No obstante, antes de proceder a su uso como material de relleno, se recomienda efectuar una campaña de ensayos de identificación sobre una batería de muestras tomadas en los materiales excavados para confirmar estos resultados.

Como conclusión final, se considera que el emplazamiento seleccionado es geotécnicamente adecuado para la implantación del futuro ATI-100.

En Sevilla, a 23 de marzo de 2022

Codexsa
Ingeniería y Control S.L.
C.I.F.:B-41559287

Fdo.: Tomás Monteagudo
Geólogo. Dpto. de Geotecnia
Colegiado nº 484

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.

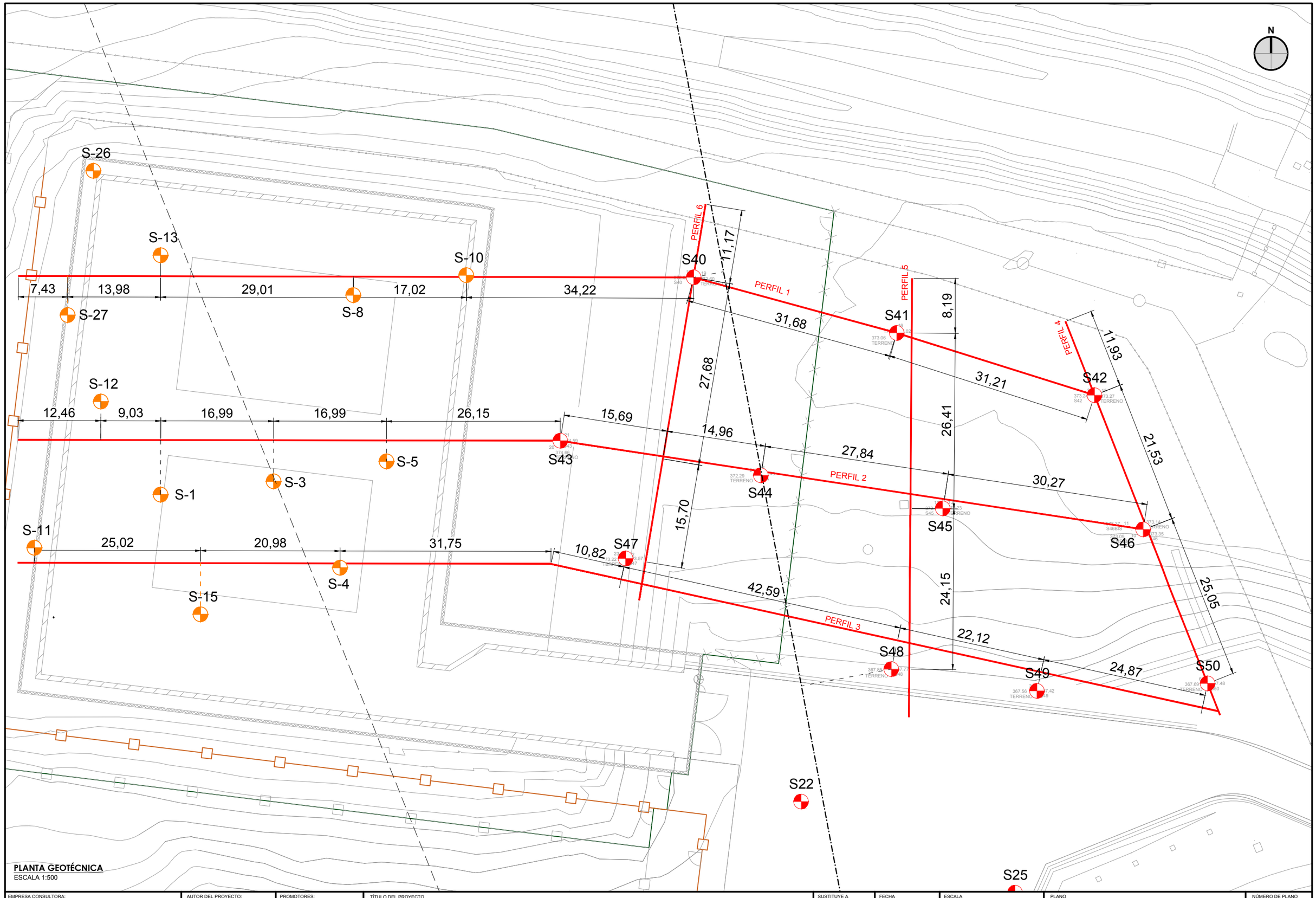
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

ANEXOS

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

a. Plano de situación de reconocimientos.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287



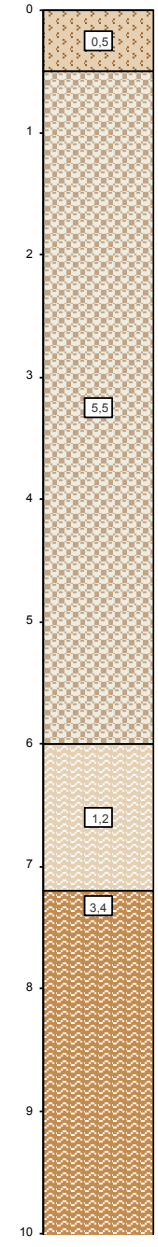
EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA SEPT. - 2022	ESCALA 0 5 10 m. 1:500	PLANO **ESTUDIO GEOTÉCNICO** PLANTA GEOTÉCNICA	NÚMERO DE PLANO **01**
				SUSTITUIDO POR	EXPTE.	FORMATO ORIGINAL UNE A-3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PlantayPerfiles.dwg	HOJA 01 de 01

b. Columnas de los sondeos.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-40

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668134 Y:4342933
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN:26-27/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
0,5	Terreno vegetal.														
		SPT-1	1,20-1,29	9/50	R	0,09									
5,5	Gravas calcáreas en matriz arenosa con algo de limo. Clastosoportado blanquecino a muro más bolos cantos.	SPT-2	3,00-3,07	7/50	R	0,00									
	LEFRANC (3,00-4,00 m)														
		SPT-3	6,00-6,13	13/50	R	0,10									
1,2	Contacto terraza mioceno. Limos con algo de arena y grava.														
	LEFRANC-2 (6,50-7,00 m)														
		MI-1	7,00-7,25	15-13/50		0,25									
3,4	Limos con algo de indicios de arcilla.														
		TP-1	8,60-9,00			0,40									
		MI-2	9,00-9,40	19-47-10/50		0,40									
		SPT-4	9,40-10,00	9-20-22-46	42	0,60									

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-40

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668134 Y:4342933
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN:26-27/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.														
	LEFRANC-3 (10,50-12,00 m)														
1,2	Limos con algo de arcilla.	TP-2	11,20-11,50			0,30									
		MI-3	12,00-12,10	10-50		0,00									
1,1	Limos con algo de arena nódulos arenosos parcialmente cementado disperso.	SPT-5	12,10-12,30	45-5/50	R	0,20									
3	Conglomerado calcáreo.	SPT-6	15,30-15,36	6/50	R	0,00									
		TP-3	15,90-16,45			0,55									
3,7	Limo arcillosos rojizo.														
	LEFRANC-4 (17,10-18,30 m)														
		TP-4	19,00-19,50			0,50									
1,1	Limos arenosos.														

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-40

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668134 Y:4342933

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN:26-27/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
20	Continua el nivel anterior.														
21															
22	Conglomerado.	TP-5	22,50-22,75			0,25									
23	3,3														
24	0,4 Arenas limosas rojizas.														
25		TP-6	24,90-25,20			0,30									
26	LEFRANC-5 (25,50-26,00 m)														
27	Conglomerado calcáreo. 4,8														
28		TP-7	28,10-28,50			0,40									
29															
30	4 Limos con algo de arena a muro más arenosos incluso tramos con algo de grava.														

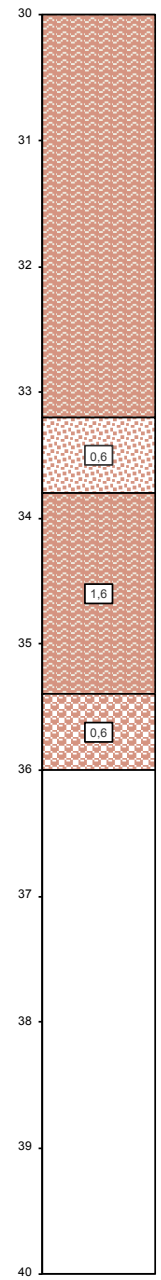
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-40

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668134 Y:4342933

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN:26-27/04/22



LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
		TP-8	30,90-31,40			0,50									
0,6	Arenisca calcárea.														
		TP-9	33,90-34,20			0,30									
1,6	Limos arenosos calcáreos.														
	LEFRANC-6 (35,00-36,00 m)														
0,6	Conglomerado.														
	Fin del sondeo: 36,00 m														

Observaciones:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-41

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668163 Y:4342927
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 05-6/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
0,3	Terreno vegetal.														
		MI-1	1,00-1,11	11/50		0,00									
		SPT-1	1,11-1,33	46-7/50	R	0,20									
	Gravas calizas heterométricas subredondeada-redondeadas de esfericidad media, con arenas gruesas, nievles cementados moderadamente.														
5,7	**PRESIÓMETRO-1 (3,00-3,50 m)**														
		SPT-2	4,20-4,30	10/50	R	0,00									
	A muro gravas de mayor tamaño y menos matriz arenosa.														
	CONTACTO TERRAZA-MIOCENO														
		SPT-3	6,80-7,02	21-7/50	R	0,20									
	PRESIÓMETRO-2 (6,20-6,80 m)														
	Limos arcillosos con algo de arena. A techo algún canto de grava. La consistencia del nivel es alta a muro aumenta.	MI-2	7,80-8,21	32-39-11/50		0,40									
		SPT-4	8,21-8,75	16-24-42-9/50	66	0,50									
5,7	**PRESIÓMETRO-3 (9,70-10,20 m)**														

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-41

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668163 Y:4342927
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 05-6/04/22

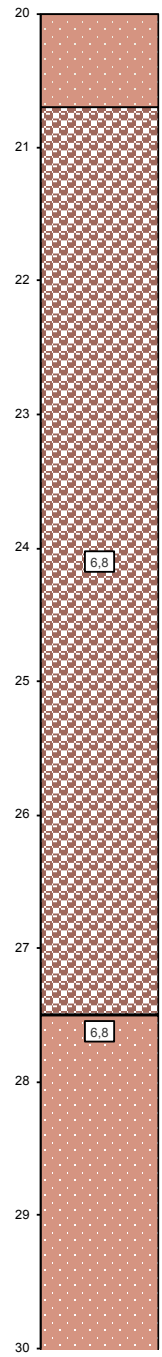
LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.	SPT-5	10,20-10,27	7/50	R	0,00									
		TP-1	11,80-12,45			0,65									
1,1	Arenas arcillo-limosas rojizas parcialmente cementada.														
3,4	Conglomerado calcáreo, canto calizo en matriz arcillo arenosa, cementación variable. Presenta intercalaciones de microconglomerado.														
	PRESIÓMETRO-4 (15,30-15,80 m)														
		TP-2	16,50-16,80			0,30									
4,5	Alternanacia cahótica de niveles limo-arenosos con algo de arcilla con niveles limo-arcilloso con algo de arena.	TP-3	18,30-18,60			0,30									

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

SONDEO S-41

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668163 Y:4342927
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 05-6/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.														
	PRESIÓMETRO-5 (20,10-20,60 m)														
		TP-4	21,00-21,30			0,30									
6,8	Conglomerado calcáreo, grado de cementación variable.														
		TP-5	25,20-25,40			0,20									
6,8	Arena arcillosa parcialmente cementada A muro pasa a arena parcialmente cementada con algo de arcilla.	TP-6	27,50-27,90			0,40									
		TP-7	29,70-30,00			0,30									

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-41

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668163 Y:4342927

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 05-6/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
30															
31	PRESIÓMETRO-6 (31,10-31,80 m)														
32															
33															
34		TP-8	33,90-34,20			0,30									
35															
36	2,3 Conglomerado calcáreo.														
37	Fin del sondeo: 37,00 m														
38															
39															
40															

Observaciones:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-42

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668193 Y: 4342918
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 04/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
0,2	Terreno vegetal.														
	LEFRANC-1 (1,50-2,00 m)	SPT-1	1,50-1,59	9/50	R	0,00									
7	Gravas y bolos calcareos, heterométricos, subredondeados, de esfericidad media. En matriz arenosa con algo de limo.	SPT-2	3,00-3,05	5/50	R	0,00									
	LEFRANC-2 (4,50-5,00 m)														
		SPT-3	6,00-6,07	7/50	R	0,00									
	CONTACTO TERRAZA-MIOCENO														
2,7	Limos arcillosos con abundante arena rojiza. Mioceno-terraza.														
	LEFRANC-3 (9,00-9,30 m)	SPT-4	9,00-9,05	5/50	R	0,00									
2,7	Conglomerado de cementación débil.														

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-42

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668193 Y: 4342918
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 04/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
10	Continua el nivel anterior.														
11	Formado por gravas calcáreas heterométrica, subredondeada y esfericidad media. A muro el grado de cementación es mayor y el tamaño de las gravas se reduce.														
12		SPT-5	12,00-12,03	3/50	R	0,00									
13 (1,2)	Gravas calcáreas heterométricas en matriz areno arcillosa.														
14 (0,5)	Conglomerado calcáreo.	TP-1	14,60-15,00			0,40									
15 (3,5)	Limos arcillosos con algo de arena de tono rojizo. Presenta tramos parcialmente cementados en general consitencia muy dura.														
16		SPT-6	16,50-16,57	7/50	R	0,00									
17		TP-2	17,15-17,40			0,25									
18 (3,8)	Conglomerado calcáreo con alguna pasada de arenisca. Tono rojizo.	TP-3	18,70-19,20			0,50									
19															
20															

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-42

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668193 Y: 4342918
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 04/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
0,5	Continua el nivel anterior.	TP-4	20,15-20,40			0,25									
0,5	Arenas con algo de arcilla parcialmente cementada.	TP-5	21,60-21,90			0,30									
2,5	Conglomerado calcáreo de gravas y bloques heterométricos subredondeados de esfericidad media.	TP-6	24,60-25,00			0,40									
3,4	Alteracion canotica de limos-arcillosos con algo de arena y arenas-limosas con algo de arcilla con dominio en la secuencia sedimentaria de estas últimas	SPT-7	25,20+25,34	14/50	R	0,08									
3,4	Presenta nódulos arenosos de tonos más denso rojizo.	TP-7	27,60-27,95			0,35									
2	Intercalación de micro-conglomerado.														

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-42

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668193 Y: 4342918

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 04/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
31	Arenisca débil con intercalaciones de arcilla arenosas de consistencia dura, alguna pasada micriconglomerados.	TP-8	31,40-21,60			0,20									
4,8	Conglomerado calcáreo con matriz areno arcillosa con arenisca.	SPT-8	33,00-33,06	6/50	R	0,00									
		TP-9	34,50-35,20			0,60									
	Fin del sondeo: 35,80 m														

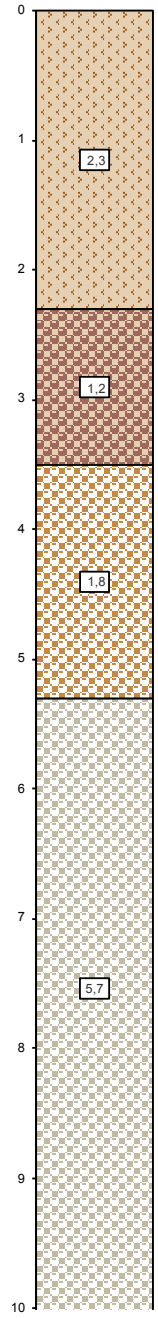
30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

Observaciones:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-43

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668114 Y:4342911
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 23-25/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
2,3	Relleno, arenas arcillosas con gravas calcáreas.	SPT-1	1,00-1,60	6-5-3-4	8	0,26									
		MA-1	1,60-1,80			0,20									
1,2	Gravas con arenas y algo de arcilla de tonos beige rojizo.	SPT-2	3,00-3,10	10/50	R	0,20									
	PRESIÓMETRO-1 (4,50-5,30 m)														
1,8	Gravas con arenas calcáreas en matriz costra calcárea, tono blanquecino.														
		SPT-3	5,405,82	30-45-12/50	R	0,20									
5,7	Gravas y bolos en matriz arenosa.	MA-2	7,50-7,80			0,30									
	PRESIÓMETRO-2 (9,00-9,60 m)	SPT-4	9,00-9,60	16-40-38-35	78	0,60									

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-43

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668114 Y:4342911
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 23-25/04/22

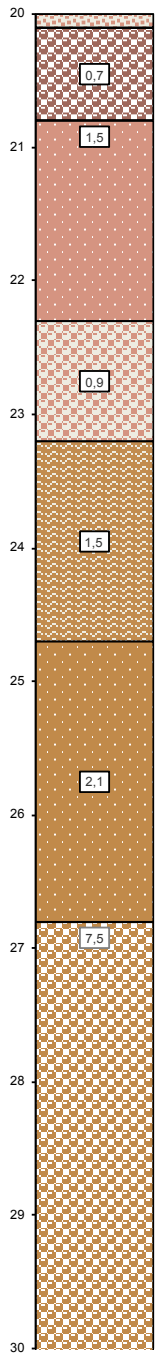
LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	BATERÍA Doble
10	Continua el nivel anterior.														
0,6	Arenas arcillosas con gravas y bolos.														
11															
12		MI-1	12,50-12,60	10/50		0,00									
		SPT-5	12,60-12,84	33-9/50	R	0,24									
2,6	Arenas arcillosas y arenas con algo de arcilla parcialmente cementada a cementada. A muro más arenosa.														
13															
	PRESIÓMETRO-3 (13,00-14,50 m)														
14		TP-1	14,20-14,50			0,30									
15															
3,7	Arcilla con algo de arena y grava firme calcárea dispersa. Hay tramo con nódulo calcáreos areniscosos.														
16															
		TP-2	16,50-16,80			0,30									
17															
18	0,2 Conglomerado.														
	PRESIÓMETRO-4 (18,00-19,00 m)														
		TP-3	18,50-18,80			0,30									
1,5	Arenisca de grano medio muy cmentado en tramos.														
19															
0,5	Arenisca rojiza de grano medio débilmente cementada en tramos.														
20															

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

SONDEO S-43

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668114 Y:4342911
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 23-25/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.														
0,7	Conglomerado calcáreo.	TP-4	20,30-20,50			0,20									
1,5	Arenas con algo de arcilla y nódulos calcáreos arenosos debilmente cementados.	TP-5	21,70-21,95			0,25									
0,9	Microconglomerado calcáreo.														
	PRESIÓMETRO-5 (23,20-24,70 m)														
1,5	Limo con algo de arcilla con indicios de arena, débilmente cementado.														
2,1	Arenas y nódulos arenosos cementados a techo, transición de arena caótica con el nivel superior.														
7,5	Conglomerado a techo de grano fino, intercalaciones de niveles de limos arcillosos y limos arenosos	TP-6	27,65-27-95			0,30									

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-43

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668114 Y:4342911

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 23-25/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
		TP-7	31,80-32,20			0,40									
	PRESIÓMETRO-6 (33,00-34,00 m)														
		TP-8	34,30-34,50			0,20									
1,5	Limos con algo de arcilla parcialmente cementada.														
0,6	Limos arcillosos con intercalaciones de arenisca calcárea.														
		TP-9	37,00-37,60			0,60									
6,3	Limos con algo de arena con intercalación en nódulos o estratos de arenisca calcárea. Hay alguna intercalación de limo con algo de arcilla roja.														
		TP-10	39-70-40,00			0,30									

30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-43

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668114 Y:4342911
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 23-25/04/22

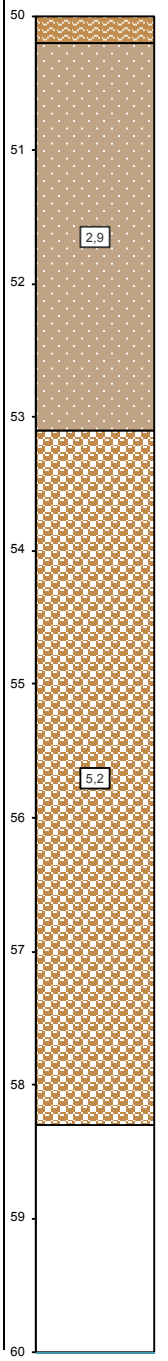
LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
4,5	PRESIÓMETRO-7 (41,50-43,00 m)														
		TP-11	42,70-43,00			0,30									
	Conglomerados calcáreos con bolos y cantos.	TP-12	44,80-45,10			0,30									
3		TP-13	47,30-47,60			0,30									
	Limos arcillosos rojizos parcialmente cmentados, a muro más arenosa por la intercalación modular de arenisca.														

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-43

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668114 Y:4342911

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 23-25/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
2,9	Arenas limosas con algo de arcilla. A muro pasa a limos con algo de arcilla.	TP-14	50,50-50,80			0,30									
	PRESIÓMETRO-8 (52,20-53,70 m)	TP-15	52,20-52,55			0,35									
5,2	Conglomerado calcáreos.	TP-16	55,00-55,30			0,30									
		TP-17	57,70-58,00			0,30									
	Fin del sondeo: 58,30 m														

Observaciones:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-44

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668143 Y:4342906
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 20-27/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
0,3	Terreno vegetal.															
		SPT-1	1,00-1,08	8/50	R	0,08										
5,6	Gravas y bolos calizos en matriz arenosa gruesa a techo medio a muro con algo de limo.	SPT-2	3,00-3,23	29-8/50	R	0,20										
0,9	Contacto mioceno-Terraza. Arcillas arenosas con algo de arena rojiza.	MI-1	6,60-7,11	18-35-47-6/50		0,51										
		SPT-3	7,11-7,65	12-22-44-9/50	66	0,53										
8,4	Arenas arcillosas con arena con algo de arcilla rojiza. Tramos parcialmente cementado.	SPT-4	8,60-8,80	41-5/50	R	0,15										
		TP-1	8,80-9,20			0,40										

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

SONDEO S-44

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668143 Y:4342906
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 20-27/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
10	Continua el nivel anterior.															
11																
12	Hay tramo con algo de grava firme dispersa angulosa.	TP-2	11,80-12,10			0,30										
13																
14																
15		TP-3	14,80-15,10			0,30										
16	Conglomerado (bolo y gravas) puntualmente hay tramos menos cementado. Matriz areno-arcillosa rojiza: Calizas heterométricas de esfericidad medio-alta en las grava y baja esfericidad en los bolos subredondeada a redondeada. (2,5)															
17																
18	Gravas en matriz areno-arcillosa. (1,3)															
19	Arcillas constantes con algo de arena. (0,6)	TP-4	19,60-20,00			0,40										
20	Arenas limosas con algo de arcilla parcialmente cementada. (2,9)															

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-44

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668143 Y:4342906

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 20-27/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
20	Continua el nivel anterior.															
21		TP-5	20,80-21,15			0,35										
22																
23																
24 (2,9)	Alternanacia de arenas limosas y limos arcillosos con algo de grava calcárea dispersa (firme).															
25		TP-6	24,70-25,00			0,30										
26 (2)	Conglomerado calcáreo a techo cementado débilmente.															
27																
28 (0,6)	Limos arenosos con algo de arcilla.	TP-7	27,40-27,70			0,30										
29 (2)	Conglomerado calcáreo.															
30																

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-44

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668143 Y:4342906

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 20-27/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO			N_{SPT}	Testigo Recuperado	Nivel Freático	TIPO DE PERFORACIÓN								
								TIPO CORONA							TIPO	
								WIDIA				DIAMANTE			BATERÍA	
		TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{30}	m	m	76	86	101	116	76	86	101	Simple	Doble
30	Continua el nivel anterior.															
31 2,4	Limos arcillosos parcialmente cementados.	TP-8	31,15-31,60			0,45										
32																
33																
34																
35		TP-9	34-60-35,00			0,40										
36 6,9	Alternanacia cahótica de limos arcillosos con arenisca calcáreas.															
37		TP-10	37,00-37,30			0,30										
38																
39																
40 3,4	Conglomerados calcáreos.															

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-44

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668143 Y:4342906

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 20-27/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.															
		TP-11	43,00-43,30			0,30										
5,1	Limos arcillosos, con tramos con nódulos areniscosos calcáreos.	TP-12	45,20-45,50			0,30										
		TP-13	47,40-47,70			0,30										
6,6	Conglomerado calcáreo en tramos débilmente cementado sobre todo a techo.															

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

SONDEO S-44

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668143 Y:4342906
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 20-27/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
50	Continua el nivel anterior.															
51																
52																
53		TP-14	53,80-54,20			0,40										
54																
55																
56	3,4 Limos arcillosos a techo nódulos areniscosos calcáreos.															
57		TP-15	56,80-57,10			0,30										
58	1,3 Microconglomerado a muro con los primero 20-30 cm arenisca calcárea. Transiciona a muro hacia limos arcillosos.															
59	3,4 Limos con algo de arcilla parcialmente cementado a techo abundante, nódulos areniscosos e incluso algún tramo con grava firme calcárea dispersa.															
60																

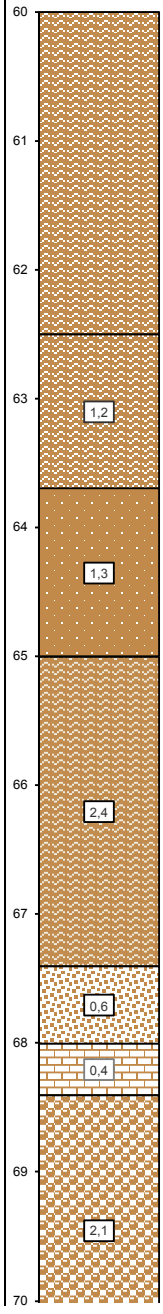
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

SONDEO S-44

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668143 Y:4342906
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 20-27/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.															
		TP-16	60,40-60,75			0,35										
1,2	Limos arenosos parcialmente cementados.	TP-17	62,80-63,10			0,30										
1,3	Arenas gruesa con algo de grava firme y algún canto disperso.															
2,4	Alternanacia laminar de limos y limo arenosos.	TP-18	66,60-67,00			0,40										
0,6	Arenisca calcárea de grano medio.															
0,4	Limolita.															
2,1	Conglomerado.															

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-44

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668143 Y:4342906

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 20-27/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO			N_{SPT}	Testigo Recuperado	Nivel Freático	TIPO DE PERFORACIÓN								
								TIPO CORONA							TIPO BATERÍA	
								WIDIA				DIAMANTE				
		TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{30}	m	m	76	86	101	116	76	86	101	Simple	Doble
70	Continua el nivel anterior.															
71		TP-19	71,70-72,00			0,30										
	Arcillas con algún tramo limo-arcilloso c muro. (1,85)															
72																
	Arenisca de grano medio. (0,65)															
73	**Fin del sondeo: 73,00 m**															
74																
75																
76																
77																
78																
79																
80																

Observaciones:

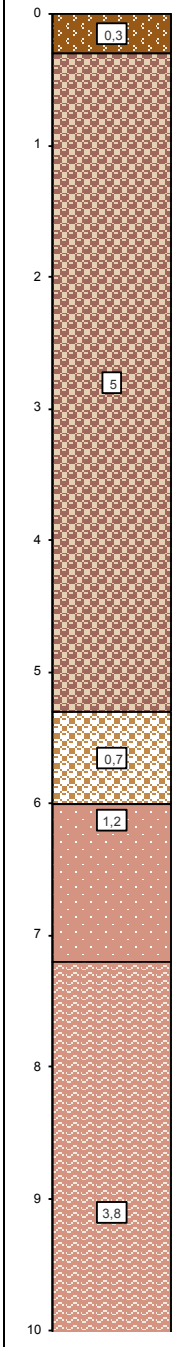
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-45

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668172 Y:4342900

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 21/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m
0,3	Terreno vegetal.						
5	Gravas y cantos calcáreo, heterométrico, esfericidad media, redondeado en matriz arenosa media. De 3,50 a 1,50 m tramo más arenoso con algo de grava y pocos cantos.	SPT-1	1,20-1,29	9/50	R	0,09	
	PRESIÓMETRO-1 (3,00-4,20 m)	SPT-2	3,00-3,14	10/50	R	0,10	
0,7	Bolos y cantos calizos en matriz arenosa, la matriz es excasa, granosoportado.	MI-1	6,00-6,25	20-10/50		0,25	
1,2	Arena arcillosa rojiza (mioceno) a techo hasta 6,80 m presenta algún canto calcáreo.	SPT-3	6,25-6,51	31-12/50	R	0,26	
	PRESIÓMETRO-2 (6,00-7,00 m)						
3,8	Limos con algo de arcilla e indicios de arenas rojiza.	MI-2	7,70-8,24	15-23-45-9/50		0,40	
		SPT-4	8,24-9,30	26-7/50	R	0,22	

TIPO DE PERFORACIÓN

TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-45

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668172 Y:4342900
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 21/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.															
	PRESIÓMETRO-3 (10,00-10,80 m)															
		TP-1	11,10-11,40			0,30										
	PRESIÓMETRO-4 12,80-15,00 m)															
5,1	Conglomerado y bolos calcáreos rojizos. Tramo débilmente cementado (Las gravas, cantos y bolo en matriz arcillo-arenosa).															
0,7	Limos arcillosos rojizos parcialmente cementados.															
0,3	Arenisca calcárea.															
1,8	Limos arcillosos con intercalaciones modulares de arenisca calcárea.	TP-2	17,30-17,70			0,40										
1,2	Alternanacia de estrato areniscoso y limo arcillosos parcialmente cementado rojizo.															

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

SONDEO S-45

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668172 Y:4342900
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 21/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
20	Continua el nivel anterior.															
	PRESIÓMETRO-5 (21,00-22,00 m)															
21																
22																
23																
24	Conglomerado calcáreo con intercalaciones dm de limos arcillosos y arenisca a muro aumenta el grado de cementación.															
25																
26																
27																
28	Limo con algo de arcilla y arcilla rojiza, variaciones locales en los contenidos de arenas y arcilla.	TP-3	28,10-28,50			0,40										
29																
30																

7,5
5,6

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-45

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668172 Y:4342900
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 21/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
30	Continua el nivel anterior.															
	PRESIÓMETRO-6 (30,00-31,60 m)															
31	Limos arcillosos parcialmente cementados															
32		TP-4	32,20-32,60			0,40										
33																
34		TP-5	33,90-34,30			0,40										
35																
36																
37	7,6 Conglomerado calcáreo.	TP-6	36,90-37,50			0,60										
38																
39																
40																

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-45

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668172 Y:4342900
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 21/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	WIDIA 116	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
40	Continua el nivel anterior.															
41 (1,2)	Microconglomerado calcáreo.	TP-7	41,10-41,50			0,40										
42 (0,5)	Arenisca calcárea.															
43																
44 (3,4)	Limos arcillosos con intercalaciones de arenisca calcárea en tramos.	TP-8	44,20-44,70			0,50										
45																
46 (1,7)	Alternanacia de limo arcillosos rojizo con niveles cm de conglomerado calcáreos.	TP-9	46,70-47,10			0,40										
47																
48 (4,9)	PRESIÓMETRO-7 (48,30-49,80 m)															
49	Conglomerado calcáreo (gravas, cantos y bolos en matriz areno arcillosa) rojiza.	TP-10	49,80-50,10			0,30										
50																

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-45

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668172 Y:4342900

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 21/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO			N_{SPT}	Testigo Recuperado	Nivel Freático	TIPO DE PERFORACIÓN								
								TIPO CORONA							TIPO	
								WIDIA				DIAMANTE			BATERÍA	
		TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{30}	m	m	76	86	101	116	76	86	101	Simple	Doble
	Continua el nivel anterior.															
	PRESIÓMETRO-8 (51,00-52,50 m)															
	Fin del sondeo: 52,50 m															

50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60

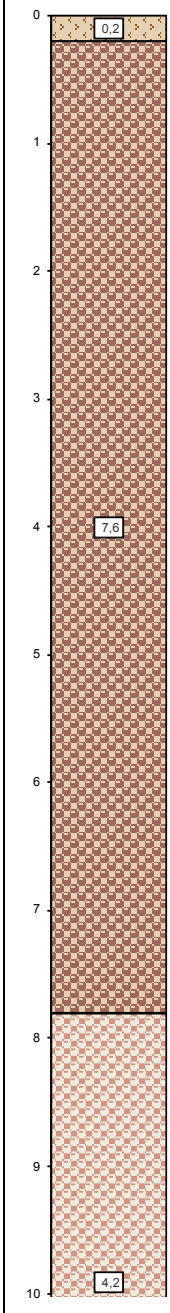
Observaciones:

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-46

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668201,9 Y: 4342896,8

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 03/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
0,2	Terreno vegetal.														
		SPT-1	1,20-1,45	45-10/50	R	0,22									
		MA-1	1,60-1,80			0,20									
7,6	Gravas y bolos calcareos, en matriz arenosa de tamaño medio. Hay tramo de arena media gruesa con algo de grava.	SPT-2	3,80-3,93	13/50	R	0,10									
	LEFRANC-1 (6,00-6,60 m)														
		SPT-3	6,60-6,68	8/50	R	0,08									
4,2	Gravas y bolos calcáreos con matriz arenosa intercalaciones de arcilla con algo de arena. Terraza mioceno.	MI-1	9,20-9,24	4/50		0,04									
		SPT-4	9,24-9,27	3/50	R	0,03									

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-46

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668201,9 Y: 4342896,8
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 03/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
	Continua el nivel anterior.														
3	Conglomerado calcáreo a techo de grano fino a partir de 12,60 m cantos y bloque, la consistencia es media débil, rojizo.	TP-1	13,20-13,45			0,25									
		MI-2	15,60-15,73	13/50		0,11									
		SPT-5	15,73-15,83	10/50	R	0,10									
2,5	Arcillas arenosas a muro muy consistente y con más arenas lo que permite cierta cementación.	TP-2	15,88-16,30			0,42									
1	Microconglomerado calcáreo a muro ligeramente más grueso los cantos de gravas														
1,1	Arcillas arenosas parcialmente cementada.	TP-3	19,00-19,30			0,30									
0,3	Conglomerado.														
0,5	Arenas con algo de arcilla parcialmente cementada.														

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-46

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668201,9 Y: 4342896,8

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 03/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
20	Continua el nivel anterior.														
1,5	Conglomerado a techo de grano grueso a muro microconglomerado.														
22		TP-4	22,30-22,60			0,30									
6,4	Arenas con algo de arcilla parcialmente cementada con nódulos de arenas parcialmente cementada. Hay tramo de arcillas más arenosas de consistencia dura.	TP-5	15,60-15,90			0,30									
28		SPT-6	27,90-27,97	7/50	R	0,07									
0,9	Microconglomerado.														
30	Arcilla arenosa de consistencia dura, con intercalaciones de niveles arcillo-arenoso.	TP-6	29,50-29,90			0,30									

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-46

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668201,9 Y: 4342896,8

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 03/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO			N_{SPT}	Testigo Recuperado	Nivel Freático	TIPO DE PERFORACIÓN							
								TIPO CORONA						TIPO	
								WIDIA			DIAMANTE			BATERÍA	
		TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{30}	m	m	76	86	101	76	86	101	Simple	Doble
4,9	Conglomerado calcáreo.														
		TP-7	34,50-34,90			0,40									
	Fin del sondeo: 36,00 m														

30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

Observaciones:

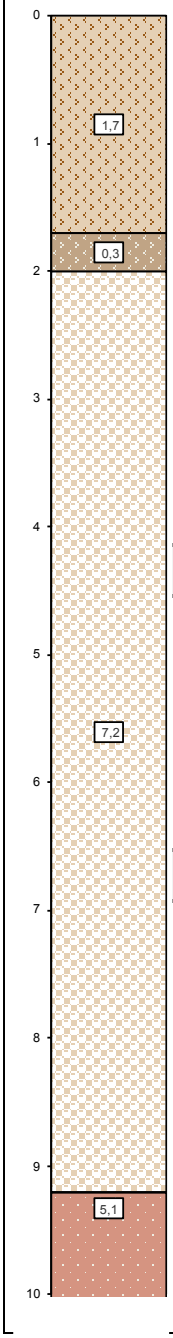
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-47

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668123 Y:4342891

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN:28/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
1,7	Arenas con algo de grava. Relleno.	SPT-1	1,00-1,60	2-4-5-5	9	0,60									
0,3	Terreno vegetal.														
		SPT-2	3,00-3,54	11-20-39-9/50	59	0,50									
	LEFRANC (4,00-5,00 m)														
7,2	Gravas y bolos calcáreo en matriz limo arenosa a muro no clasto soportado.	SPT-3	6,00-6,14	14/50	R	0,00									
	LEFRANC-2 (7,00-8,00 m)														
5,1	Contacto terraza mioceno. Arenas limosas de tonos beige a muro ligeramente rojizo.	MI-1	9,30-9,83	11-21-37-8/50		0,38									
		SPT-4	9,83-10,33	8-21-45-5/50	66	0,50									

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-47

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668123 Y:4342891

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN:28/04/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.														
		MI-2	12,00-12,09	9/50		0,00									
	LEFRANC-3 (12,00-13,00 m)	SPT-5	12,09-12,21	12/50	R	0,12									
		TP-1	12,40-12,80			0,40									
		TP-2	14,20-14,60			0,40									
2,3	Limos arcillosos con nódulos areniscosos calcáreos.	SPT-6	15,30-15,37	7/50	R	0,00									
	LEFRANC-4 (16,80-17,80 m)														
3,4	Conglomerado calcáreos con tramos débilmente cementado.	TP-3	18,90-19,20			0,30									

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-47

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668123 Y:4342891

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN:28/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.														
5,8	Limos arensoso con nódulos de arenisca calcárea.	TP-4	20,80-21,15			0,35									
		TP-5	22,60-22,90			0,30									
	LEFRANC-5 (26,00-27,00 m)	TP-6	25,60-25,95			0,35									
2	Limos arcillosos con tramos alternante de niveles de arenas limosas.														
		TP-7	28,00-28,35			0,35									
3,2	Conglomerado calcáreos.														

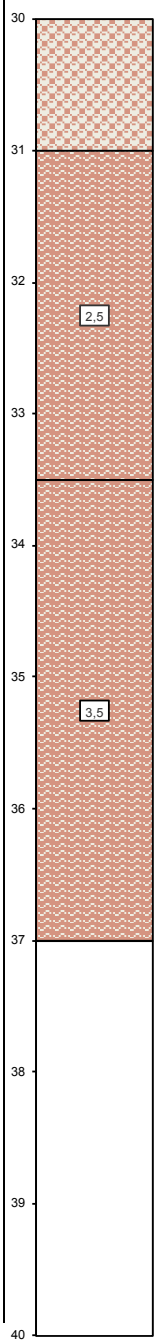
Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-47

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668123 Y:4342891

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN:28/04/22



LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
		TP-8	30,70-31,00			0,30									
		TP-9	31,60-32,00			0,40									
2,5	Alternanacia de limos arcillosos conglomerático.														
		TP-10	34,60-34,90			0,30									
	LEFRANC-6 (35,00-36,00 m)														
3,5	Limos arcillosos a muro con algo de arena.														
	Fin del sondeo: 37,00 m														

Observaciones:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-48

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668162,9 Y: 4342876,3
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 31/03/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
2,4	Gravas heterométricas diámetro máximo 20 mm redodneada de esfericidad media, calcáreas en matriz arenosa gruesa.														
	LEFRANC-1 (1,50-2,00 m)	SPT-1	1,20-1,52	12/50	R	0,00									
2,1	Arenas finas medias con algo de fino limoso.	MI-1	3,00-3,60	6-11-18-23		0,60									
		SPT-2	3,60-4,20	5-9-15-16	24	0,20									
	LEFRANC-2 (5,70-6,00 m)														
3,6	Arcillas con algo de arena y tramos con algo de gravas, presenta tramos muy consistentes.	TP-1	5,70-6,00			0,30									
		MI-2	6,00-6,44	16-32-14/50		0,12									
		SPT-3	6,44-6,94	10-19-39-9/50	58	0,50									
0,9	Arcillas arenosas con tramos de gravas rojizas.	TP-2	8,70-8,90			0,20									
		MI-3	9,00-9,07	7/50		0,00									
1,1	Alternanacia de arcillas arenosa muy consistente con arenas arcillosas parcialmente cementadas rojizas.	SPT-4	9,07-9,21	14/50	R	0,10									

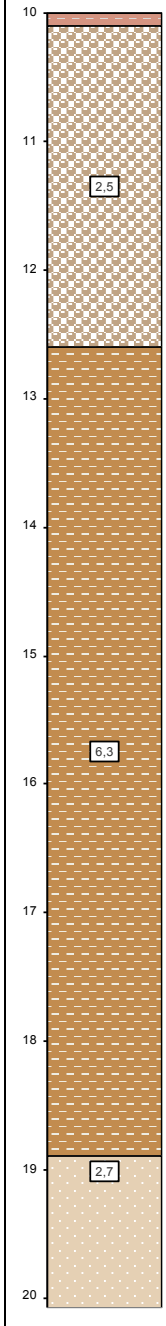
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-48

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668162,9 Y: 4342876,3

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 31/03/22



DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m
Continua el nivel anterior.						
Gravas y bolos calcáreos en matriz areno limosa en tonos beige a techo ligeramente anaranjado.						
Con cierto grado de cementación.						
LEFRANC-3 (12,60-13,10 m)	TP-3	12,60-13,10			0,50	
	TP-4	13,70-14,00			0,30	
	SPT-5	14,90-15,00	10/50	R	0,00	
Arcillas arenosa con tramos areno arcillosos, lentejones, parcialmente litificada.						
A partir de 15 m los niveles de arenas con arcilla están fuertemente cementado pero se arañan con navaja.						
	TP-5	16,40-16,70			0,30	
Arenas arcillosas y arcilla arenosas mezclada cahóticamente. Se encuentran cementadas son fuertemente rayable con naranja.						
LEFRANC-3 (19,10-19,35 m)						
Arenas medias gruesas con alguna intercalación de tramo de arcilla arenosas . Está parcialmente litificado.	TP-6	19,10-19,35			0,25	

TIPO DE PERFORACIÓN

TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-48

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668162,9 Y: 4342876,3

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 31/03/22

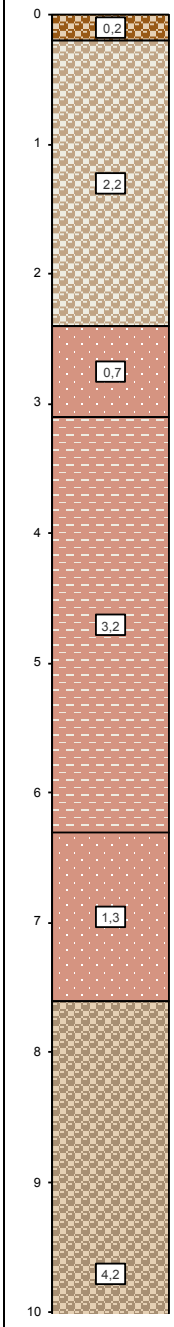
LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
	Continua el nivel anterior.														
3	Conglomerado calcáreo de tono rojizo.														
		TP-7	25,10-25,50			0,40									
5,4	Alternanacia de arcilla arenosas y arena arcillosa parcialmente litificada.	TP-8	26,50-26,90			0,40									
		TP-9	29,00-29,30			0,30									
	Fin del sondeo: 30,00 m														

Observaciones:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-49

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668190,6 Y: 4342872,7
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 6-7/04/22



LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
0,2	Relleno, terreno vegetal.														
2,2	Gravas en matriz arenosa con algo de arcilla.	SPT-1	1,00-1,60	1-1-2-6	3	0,50									
	PRESIÓMETRO-1 (1,80-2,20 m)														
0,7	Contacto mioceno-terraza. Arenas arcillosas rojizas.														
3,2	Arcillas arenosas rojizas.	MI-1	3,20-3,71	12-26-36-6/50		0,24									
		SPT-2	3,71-4,27	11-14-34-11/50	48	0,55									
	PRESIÓMETRO-2 (5,00-5,50 m)														
1,3	Arenas con algo de arcilla parcialmente cementada.	SPT-3	6,60-6,69	9/50	R	0,09									
		TR-1	7,25-7,60			0,35									
4,2	Conglomerado calcáreo con matriz areno arcillosa. Cantos heterométrica de esfericidad media-alta redondeados. Grado de cementación variable.														

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-49

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668190,6 Y: 4342872,7
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 6-7/04/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
4,3	Continua el nivel anterior.														
	PRESIÓMETRO-3 (10,80-11,30 m)														
		TR-2	11,80-12,10			0,30									
	Arenas con algo de arcilla parcialmente cementado. Pueden presentar niveles cm-dm de conglomerados calcáreos y microconglomerados.	TR-3	13,90-14,20			0,30									
	PRESIÓMETRO-4 (16,60-17,20 m)														
0,2	Microconglomerado.														
2,1	Conglomerado calcáreo con intercalaciones de arenas arcillosa y arcilla arenosa parcialmente cementada														
0,9	Arenas arcillosa parcialmente cementada	TR-4	18,40-18,70			0,30									
2,7	Conglomerado calcáreo.														

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

SONDEO S-49

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668190,6 Y: 4342872,7

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 6-7/04/22

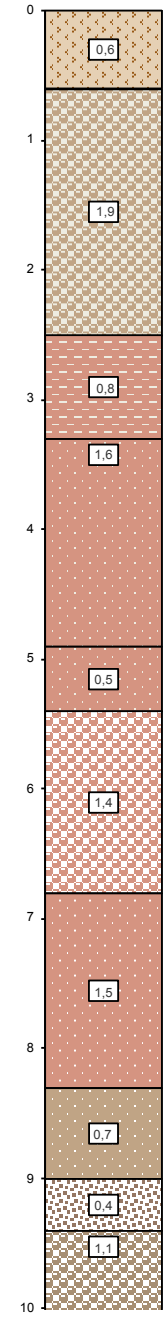
LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	MUESTREO PROFUNDIDAD	MUESTREO GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	TIPO BATERÍA Doble
20	Continua el nivel anterior.														
21		TR-5	21,75-22,00			0,25									
22															
2,2	Arcillas con algo de arena y algún canto disperso. A muro más arenosa hasta que transiciona en el nivel inferior.														
23															
24															
2,3	Arenas con algo de arcilla parcialmente cementada a muro pasa a una arenisca calcárea fuertemente cementada.														
25															
26	**PRESIÓMETRO-5 (26,20-27,00 m)**														
0,5	Arcillas cohesivas con algo de arena.														
27															
1,2	Arenas con algo de arcilla parcialmente cmentada en tranos.	TR-6	27,60-28,10			0,60									
28															
1,1	Arenisca calcárea.														
29															
0,7	Conglomerado calcáreo.														
30	**Fin del sondeo: 30,00 m**														

Observaciones:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-50

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668210,7 Y: 4342874,9
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 29-30/03/22



LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m
0,6	Relleno: arcilla, arena y gravas.						
1,9	Conglomerado calcáreo parcialmente cementado, canto heterométrico, calcáreo de esfericidad media blanquecino.	MI-1	1,00-1,60	3-6-5-4		0,31	
		SPT-1	1,60-2,20	3-9-7-8	16	0,18	
0,8	Arcilla arenosa con canto calcáreo disperso rojizo.						
1,6	Arena arcillosa con cantos dispersos calcáreo rojizo.	MI-2	4,00-4,19	20-4/50		0,00	
		SPT-2	4,19-4,26	7/50	R	0,07	
		TP-1	4,70-4,90			0,30	
0,5	Arena arcillosa con bastante gravas calcáreas, generalmente cm con algún canto disperso dm rojizo.						
1,4	Gravas calcáreas heterométricas subredondeada, esfericidad media baja en matriz arenosa con algo de arcilla marrón.						
		SPT-3	7,00-7,22	45-7/50	R	0,22	
1,5	Alternanacia de arenas rojizas con arenisca dm cementada	MA-1	7,30-7,50			0,20	
0,7	Arenas con algo de limo y abundantes gravas calcáreas.						
0,4	Arenisca con intercalaciones cm de niveles arenosos.						
1,1	Gravas heterométricas, redondeadas de esfericidad media, en matriz arenosa con algo de arcilla .						
		SPT-4	10,00-10,08	8/50	R	0,00	

TIPO DE PERFORACIÓN							
TIPO CORONA						TIPO BATERÍA	
WIDIA			DIAMANTE				
76	86	101	76	86	101	Simple	Doble

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-50

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30
TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668210,7 Y: 4342874,9
TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 29-30/03/22

LITOLOGIA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{SPT} N_{30}	Testigo Recuperado m	Nivel Freático m	TIPO DE PERFORACIÓN: TIPO CORONA WIDIA 76	WIDIA 86	WIDIA 101	DIAMANTE 76	DIAMANTE 86	DIAMANTE 101	TIPO BATERÍA Simple	Doble
10	Continua el nivel anterior.														
1,55	Arcillas con algo de arena y en tramos indicios de grava fina.	TP-2	11,10-11,40			0,30									
		MI-3	12,00-12,05	5/50		0,00									
12		SPT-5	12,05-12,15	10/50	R	0,00									
1,55	Arenas con abundante limo y grava a muro menos limosa rojiza.														
14															
2,7	Arenas arcillosas con algo de grava. Presenta indicios cm con abundnate grava.	TP-3	14,45-14,85			0,40									
15		SPT-6	15,00-15,27	30-12/50	R	0,27									
16															
17		TP-4	16,90-17,20			0,30									
18		SPT-7	18,00-18,19	14/50	R	0,14									
8,7	Arcilla arenosas rojizas con cosnistencia muy firme, pueden presentar niveles parcialmente cementados.														
19		TP-5	18,90-19,20			0,30									
20															

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

SONDEO S-50

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Nº REFERENCIA: GT. 2022/30

TESTIFICADO POR: Marcelo Muñoz (Geólogo)
SONDISTA: Antonio Macias
LOCALIZACIÓN: X: 668210,7 Y: 4342874,9

TIPO DE SONDA: TP50/400
FECHA EJECUCIÓN: 29-30/03/22

LITOLOGÍA / POTENCIA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTREO			N_{SPT}	Testigo Recuperado	Nivel Freático	TIPO DE PERFORACIÓN							
								TIPO CORONA						TIPO BATERÍA	
								WIDIA			DIAMANTE				
		TIPO	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N_{30}	m	m	76	86	101	76	86	101	Simple	Doble
20	Continua el nivel anterior.														
21		SPT-8	21,00-21,80	13/50	R	0,13									
		TP-6	21,13-21,50			0,37									
22															
23															
24															
25	**Fin del sondeo: 25,00 m**														
26															
27															
28															
29															
30															

Observaciones:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

c. Fotografías de las cajas de testigo.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Sondeo 40

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

























Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas;
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

Sondeo 41



























Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sondeo 42

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.

Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.

Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

























Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

Sondeo 43































Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sondeo 43

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.

Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.

Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.











Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sondeo 44

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas;
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.































Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sondeo 44

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

























Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sondeo 45

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.































Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.

Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.

Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

Sondeo 45







Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sondeo 46

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

























Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

Sondeo 47

























Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sondeo 48

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas;
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.





















Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas;
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

Sondeo 49





















Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Sondeo 50

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

















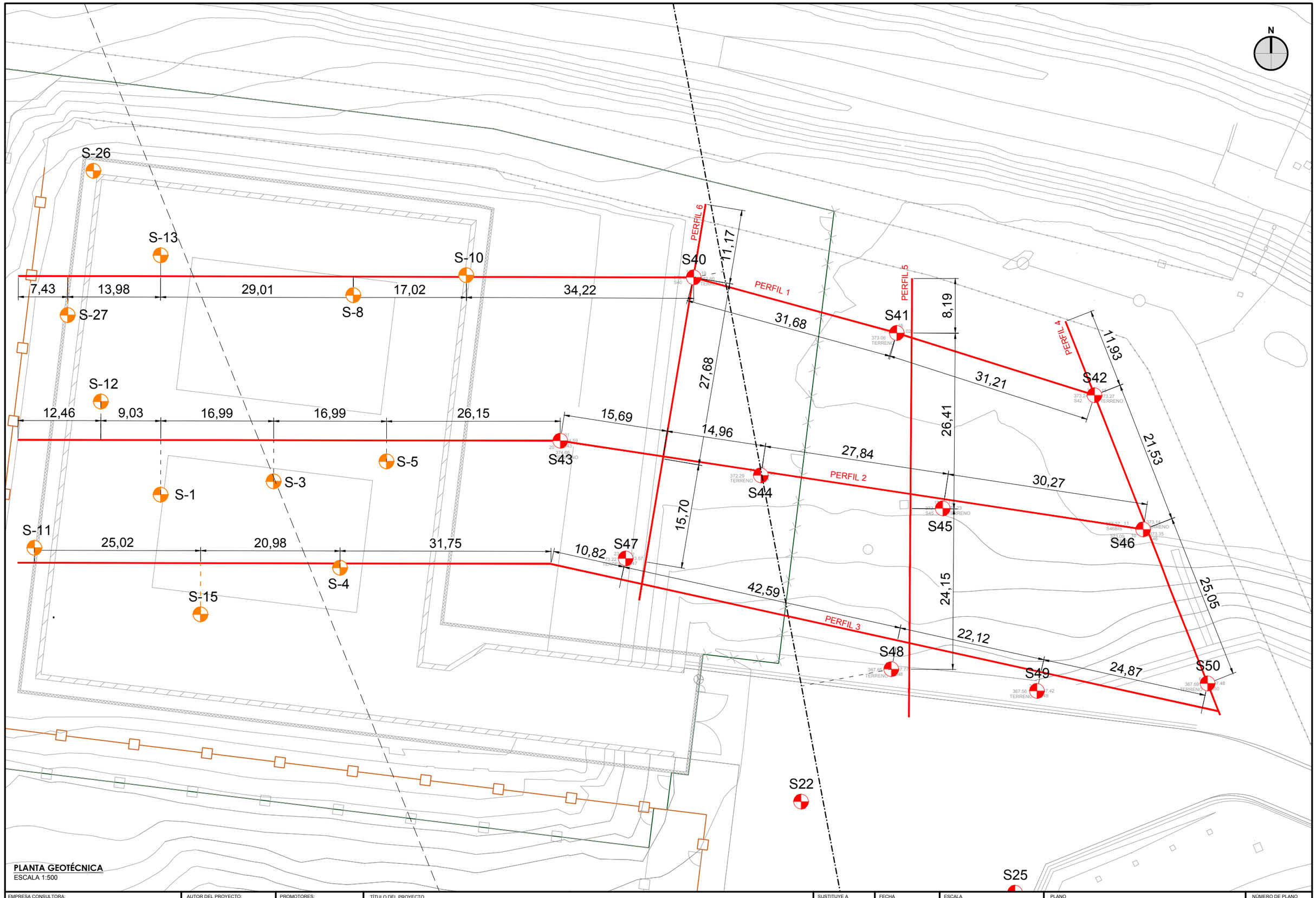


Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

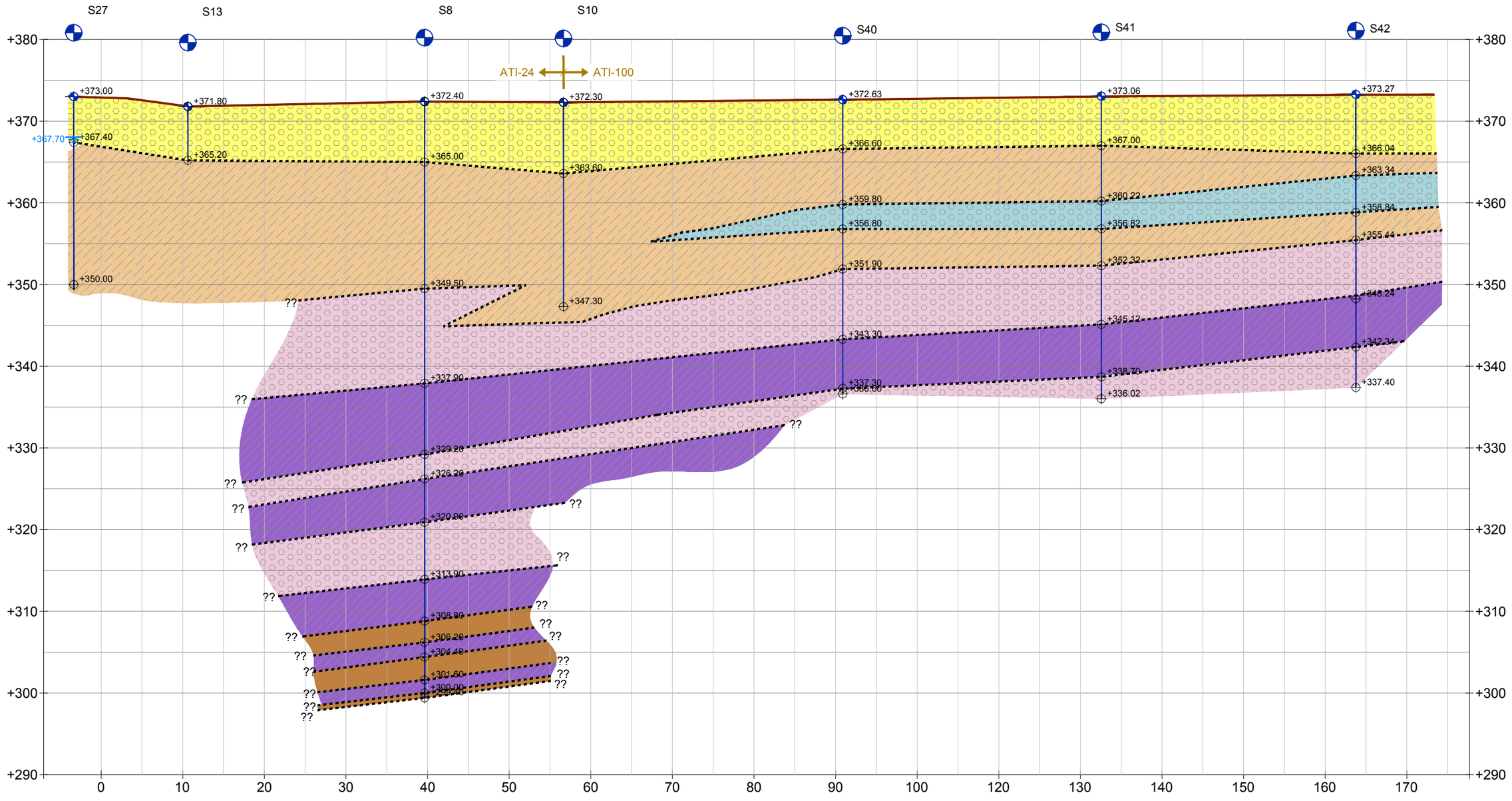
d. Perfiles geotécnicos.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287



EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA SEPT. - 2022	ESCALA 0 5 10 m. 1:500	PLANO **ESTUDIO GEOTÉCNICO** PLANTA GEOTÉCNICA	NÚMERO DE PLANO **01**
				SUSTITUIDO POR	EXPTE.	FORMATO ORIGINAL UNE A-3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PlantayPerfiles.dwg	HOJA 01 de 01

PERFIL GEOTÉCNICO 1



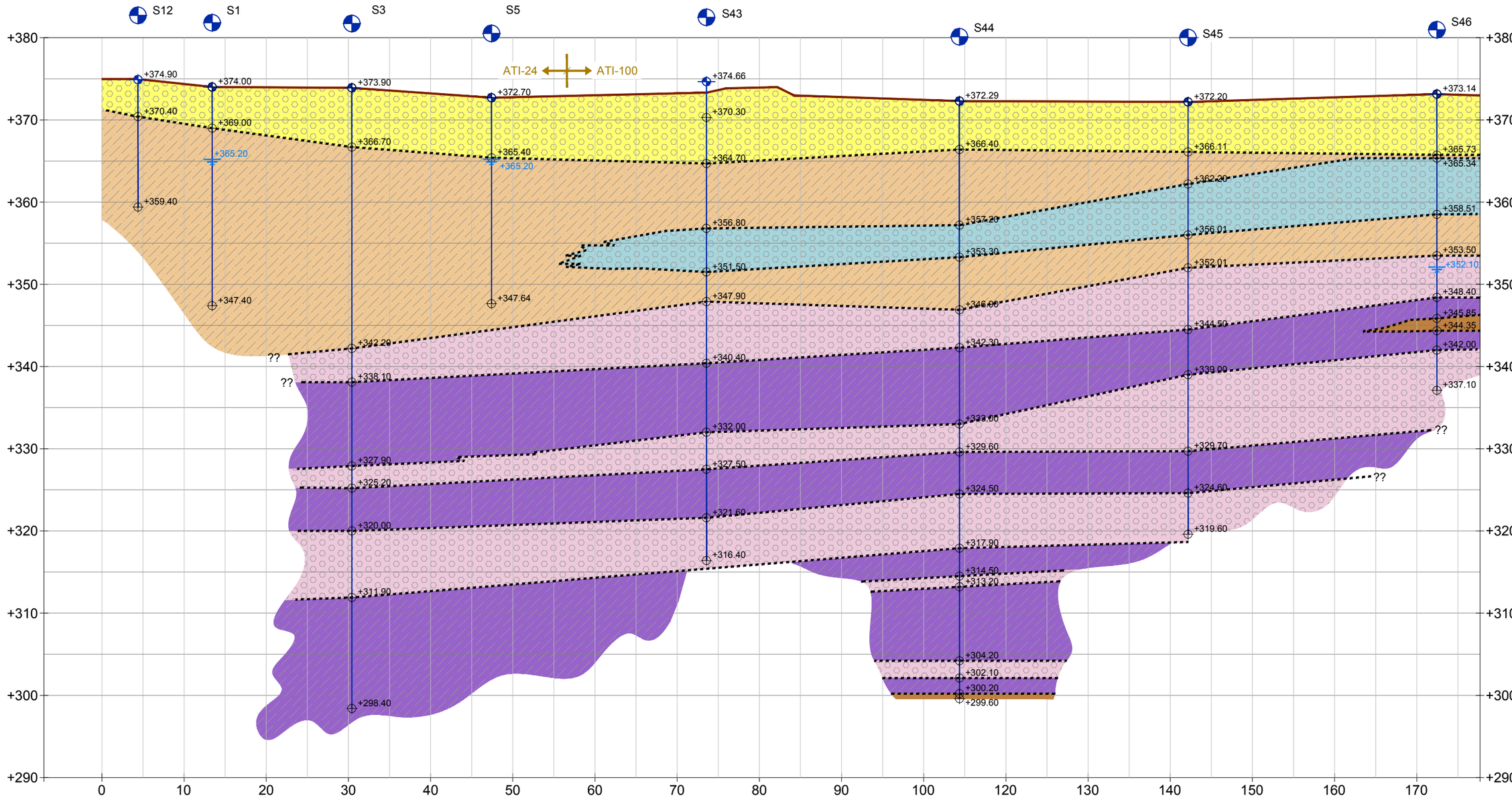
LEYENDA

- UG1: GRAVAS Y CONGLOMERADOS DE CANTOS CALCÁREOS HETEROMÉTRICOS
- UG2.1_Li:LIMOS ARENO-ARCILLOSOS ROJIZOS
- UG2.1_Co: CONGLOMERADOS POCO CEMENTADOS
- UG2.2_Co: CONGLOMERADOS ALGO CIMENTADOS
- UG2.2_Li: LIMOLITAS Y LIMOS MUY CONSOLIDADOS
- UG2.2_Ar: ARENISCAS
- NF: NIVEL FREÁTICO

PERFIL 1
ESCALA 1:500

EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
					SEPT. - 2022	0 5 10 m. 1:500	**PERFILES** PERFIL 1	**2.1**
				SUSTITUIDO POR	EXPTE.	FORMATO ORIGINAL UNE A-3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PlantayPerfiles.dwg	HOJA 01 de 01

PERFIL GEOTÉCNICO 2



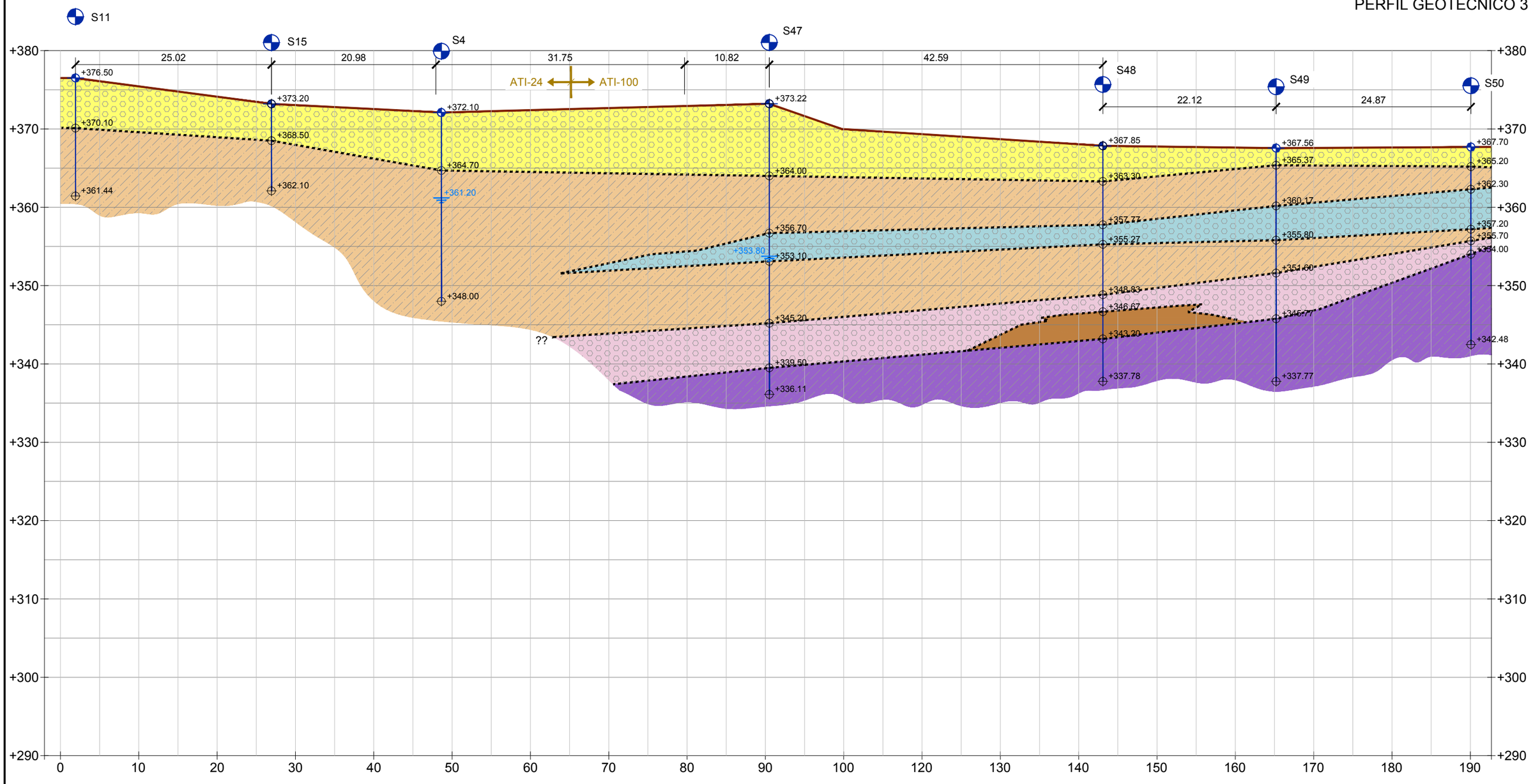
LEYENDA

- UG1: GRAVAS Y CONGLOMERADOS DE CANTOS CALCÁREOS HETEROMÉTRICOS
- UG2.1_Li:LIMOS ARENO-ARCILLOSOS ROJIZOS
- UG2.1_Co: CONGLOMERADOS POCO CEMENTADOS
- UG2.2_Co: CONGLOMERADOS ALGO CIMENTADOS
- UG2.2_Li: LIMOLITAS Y LIMOS MUY CONSOLIDADOS
- UG2.2_Ar: ARENISCAS
- NF: NIVEL FREÁTICO

PERFIL 2
ESCALA 1:500

EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
					SEPT. - 2022	0 5 10 m. 1:500	**PERFILES** PERFIL 2	**2.2**
				SUSTITUIDO POR	EXPTE.	FORMATO ORIGINAL UNE A-3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PlantayPerfiles.dwg	HOJA 01 de 01

PERFIL GEOTÉCNICO 3



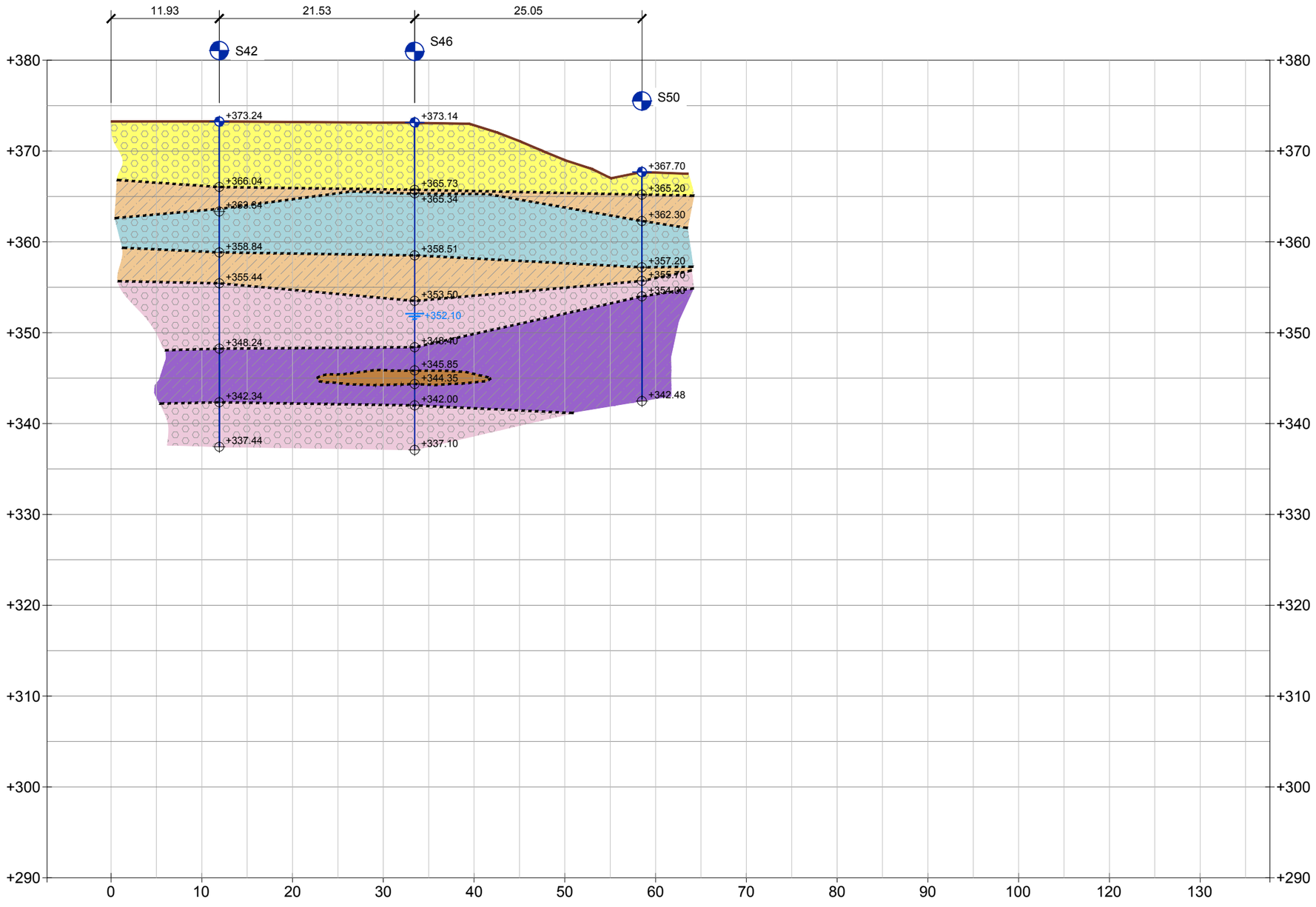
LEYENDA

- UG1: GRAVAS Y CONGLOMERADOS DE CANTOS CALCÁREOS HETEROMÉTRICOS
- UG2.1_Li:LIMOS ARENO-ARCILLOSOS ROJIZOS
- UG2.1_Co: CONGLOMERADOS POCO CEMENTADOS
- UG2.2_Co: CONGLOMERADOS ALGO CIMENTADOS
- UG2.2_Li: LIMOLITAS Y LIMOS MUY CONSOLIDADOS
- UG2.2_Ar: ARENISCAS
- NF: NIVEL FREÁTICO

PERFIL 3
ESCALA 1:500

EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
					SEPT. - 2022	0 5 10 m. 1:500	**PERFILES** PERFIL 3	**2.3**
				SUSTITUIDO POR	EXPTE.	FORMATO ORIGINAL UNE A-3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PlantayPerfiles.dwg	HOJA 01 de 01

PERFIL GEOTÉCNICO 4



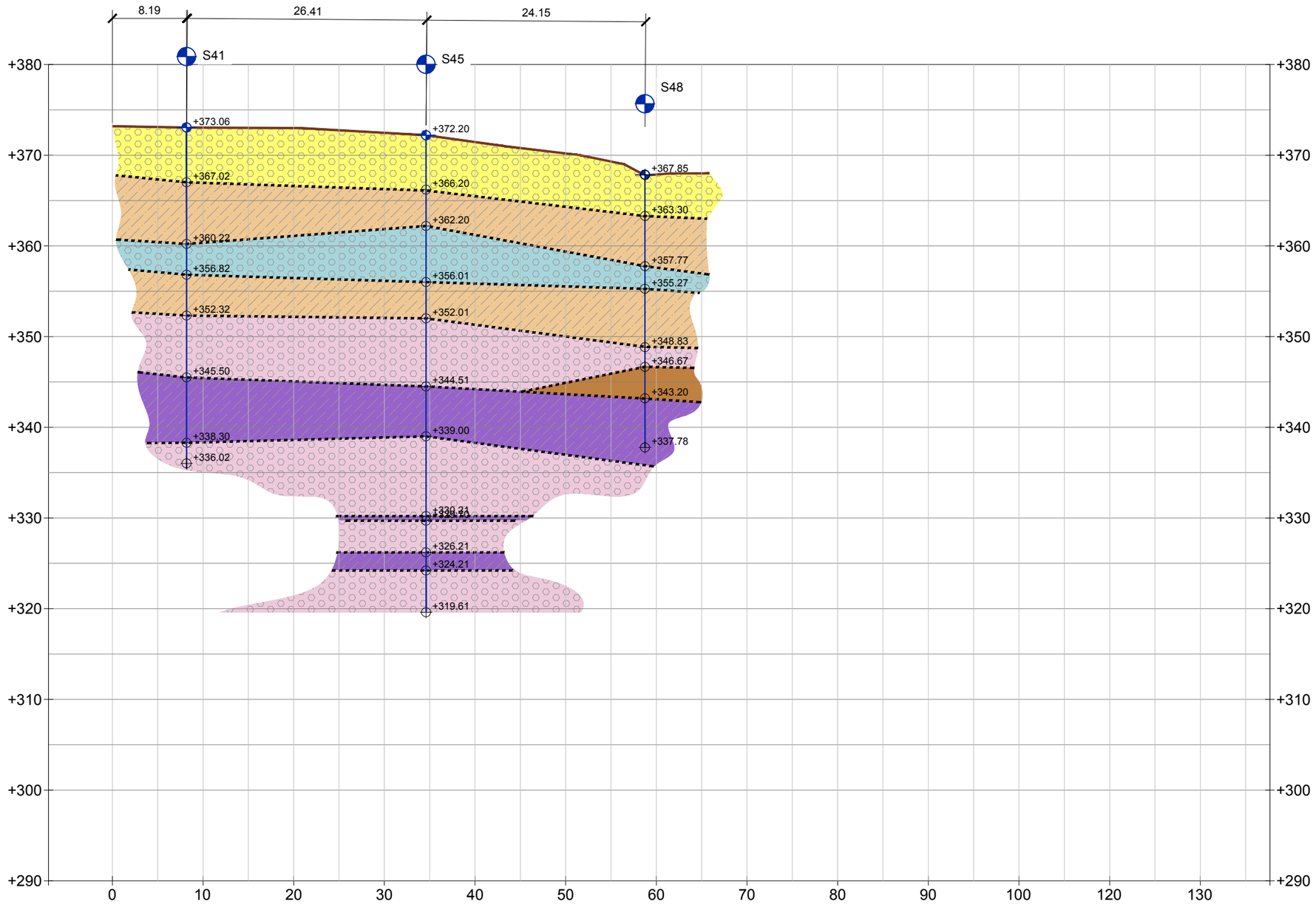
LEYENDA

- UG1: GRAVAS Y CONGLOMERADOS DE CANTOS CALCÁREOS HETEROMÉTRICOS
- UG2.1_Li:LIMOS ARENO-ARCILLOSOS ROJIZOS
- UG2.1_Co: CONGLOMERADOS POCO CEMENTADOS
- UG2.2_Co: CONGLOMERADOS ALGO CIMENTADOS
- UG2.2_Li: LIMOLITAS Y LIMOS MUY CONSOLIDADOS
- UG2.2_Ar: ARENISCAS
- NF: NIVEL FREÁTICO

PERFIL 4
ESCALA 1:500

EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
				SUSTITUIDO POR	SEPT. - 2022 EXPTE.	0 5 10 m. 1:500 FORMATO ORIGINAL UNE A-3	PERFILES PERFIL 4	2.4
							NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PlantayPerfiles.dwg	HOJA 01 de 01

PERFIL GEOTÉCNICO 5



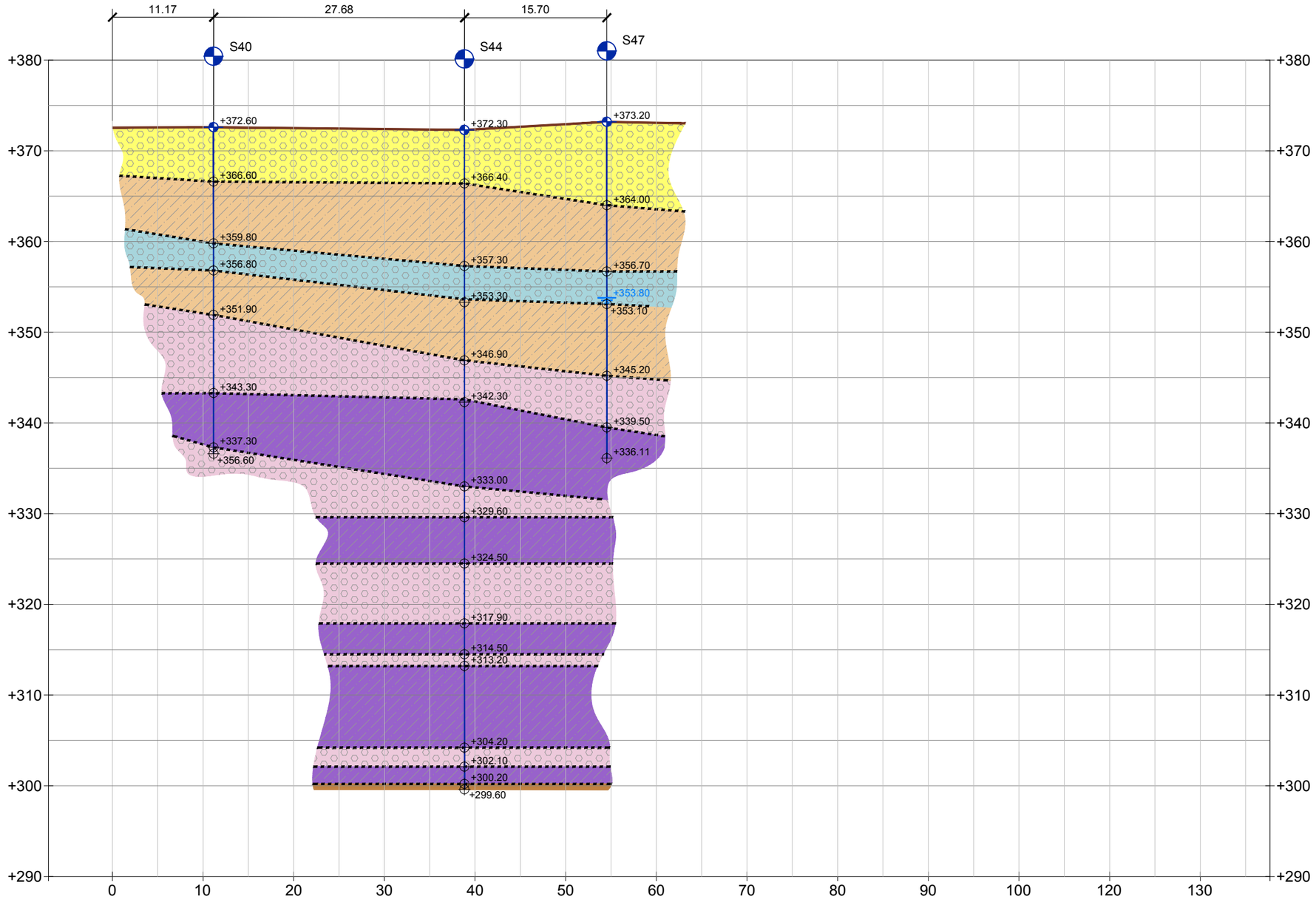
LEYENDA

- UG1: GRAVAS Y CONGLOMERADOS DE CANTOS CALCÁREOS HETEROMÉTRICOS
- UG2.1_Li:LIMOS ARENO-ARCILLOSOS ROJIZOS
- UG2.1_Co: CONGLOMERADOS POCO CEMENTADOS
- UG2.2_Co: CONGLOMERADOS ALGO CIMENTADOS
- UG2.2_Li: LIMOLITAS Y LIMOS MUY CONSOLIDADOS
- UG2.2_Ar: ARENISCAS
- NF: NIVEL FREÁTICO

PERFIL 5
ESCALA 1:500

EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
					SEPT. - 2022	0 5 10 m. 1:500	**PERFILES** PERFIL 5	**2.5**
				SUSTITUIDO POR	EXPTE.	FORMATO ORIGINAL UNE A-3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PlantayPerfiles.dwg	HOJA 01 de 01

PERFIL GEOTÉCNICO 6

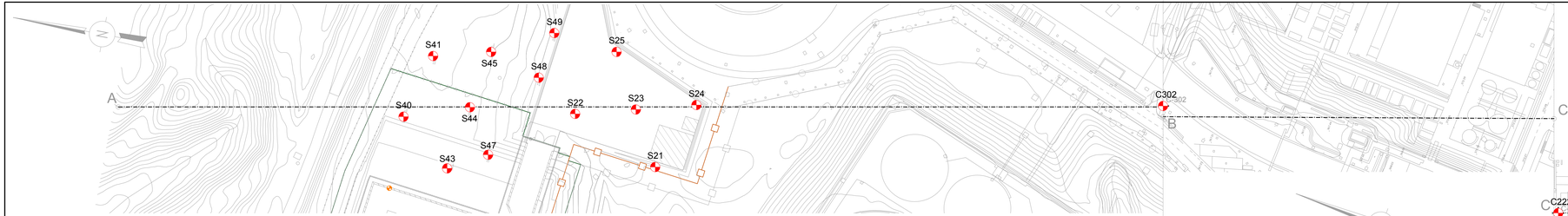


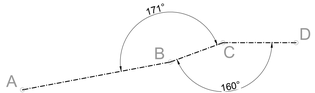
LEYENDA

- UG1: GRAVAS Y CONGLOMERADOS DE CANTOS CALCÁREOS HETEROMÉTRICOS
- UG2.1_Li:LIMOS ARENO-ARCILLOSOS ROJIZOS
- UG2.1_Co: CONGLOMERADOS POCO CEMENTADOS
- UG2.2_Co: CONGLOMERADOS ALGO CIMENTADOS
- UG2.2_Li: LIMOLITAS Y LIMOS MUY CONSOLIDADOS
- UG2.2_Ar: ARENISCAS
- NF: NIVEL FREÁTICO

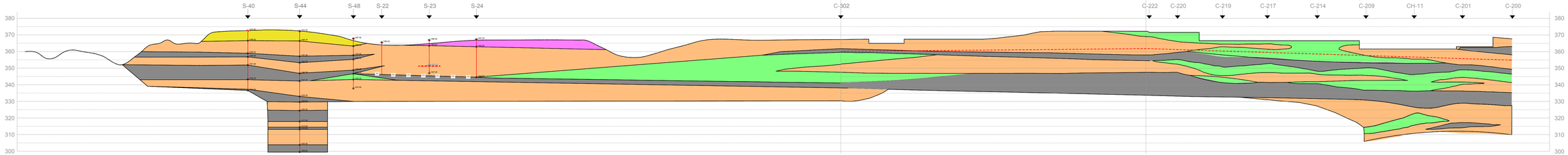
PERFIL 6
ESCALA 1:500

EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
				SUSTITUIDO POR	SEPT. - 2022 EXPTE.	0 5 10 m. 1:500 FORMATO ORIGINAL UNE A-3	**PERFILES** PERFIL 6	**2.6**
							NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PlantayPerfiles.dwg	HOJA 01 de 01









FORMATO ORIGINAL A3 ALARGADO (1050 x 297)

NIVEL PIEZOMÉTRICO (ACUÍFERO MIOCENO)

SONDEO PROYECTADO SOBRE EL PERFIL

RELLENOS DE EXPLANACIÓN

TERRAZA CUATERNARIA

LIMOLITAS ARENO-ARCILLOSAS

ARENISCAS LIMO-ARCILLOSAS

CONGLOMERADOS Y GRAVAS

PERFIL 7
ESCALA 1:500

EMPRESA CONSULTORA:	AUTOR DEL PROYECTO:	PROMOTORES:	TÍTULO DEL PROYECTO:	SUSTITUYE A:	FECHA: SEPT. - 2022	ESCALA: 0 5 10 m 1:500	PLANO: PERFILES PERFIL 7	NÚMERO DE PLANO: 2.7
				SUSTITUIDO POR:	EXPTE:	FORMATO ORIGINAL UNE A-3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 01_PerfilesPerfiles.dwg	HOJA: 01 de 01

e.Ensayos presiométricos.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: ATI 100, Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:** GT 2017/87

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S-41 **PRESIÓMETRO Nº** 1 **PROFUNDIDAD:** 3,0-3,5
MATERIAL ENSAYADO: Terraza aluvial (Gravas en matriz areno-arcillosa) UG1
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318.

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30°	Radio 60°	Radio 60°-30°
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,02	0,02
3,2	0,66	0,97	0,31
5,6	1,12	1,13	0,01
8,2	1,57	1,58	0,01
11,2	2,06	2,08	0,02
14,8	2,85	2,88	0,03
16,3	3,42	3,45	0,03
14,2	3,40	3,40	0,00
10,0	3,36	3,35	-0,01
7,2	3,20	3,19	-0,01
9,6	3,23	3,24	0,01
11,9	3,33	3,34	0,01
15,6	3,59	3,62	0,03
19,3	4,06	4,09	0,03
23,6	4,66	4,71	0,05
27,9	5,32	5,39	0,07
30,2	5,82	5,91	0,09
32,6	6,66	6,79	0,13
35,6	8,46	8,57	0,11
36,3	9,20	9,36	0,16
37,9	11,70	12,90	1,20

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0245	0,0000	0,0049
1,1332	0,0067	0,2370
1,3094	0,0118	0,2761
1,7883	0,0172	0,3860
2,2920	0,0235	0,5081
3,0357	0,0311	0,7036
3,5190	0,0342	0,8428
3,4781	0,0298	0,8306
3,4370	0,0210	0,8184
3,3034	0,0151	0,7793
3,3455	0,0202	0,7915
3,4287	0,0250	0,8160
3,5556	0,0328	0,8844
4,0152	0,0405	0,9992
4,4493	0,0496	1,1507
4,8724	0,0586	1,3168
5,1587	0,0634	1,4438
5,5696	0,0685	1,6588
6,1174	0,0748	2,0937
6,2391	0,0762	2,2866
5,8680	0,0796	3,1515

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,80	0,02
0,29	0,73
2,52	0,84
4,64	1,18
7,13	1,55
9,99	2,15
11,01	2,57
8,95	2,54
4,79	2,51
2,12	2,40
4,48	2,43
6,70	2,50
10,17	2,70
13,51	3,05
17,38	3,51
21,25	4,01
23,27	4,40
25,26	5,06
27,71	6,40
28,29	7,00
30,26	9,67

PARAMETROS DE CÁLCULO

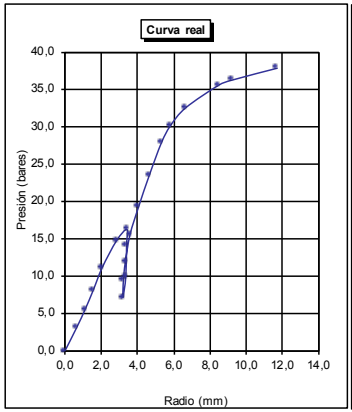
VALORES DE PARTIDA

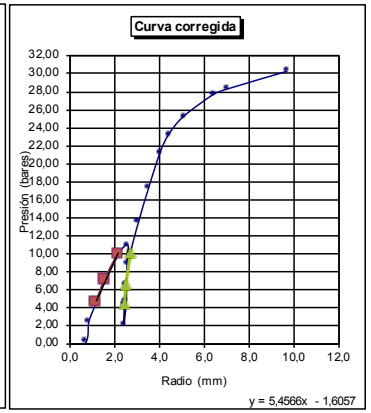
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,75	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	3,25	m	**C. Empuje en reposo k$_o$**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

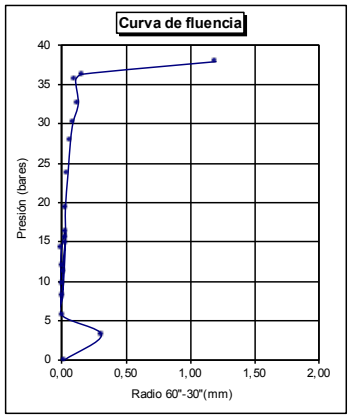
VALORES CALCULADOS

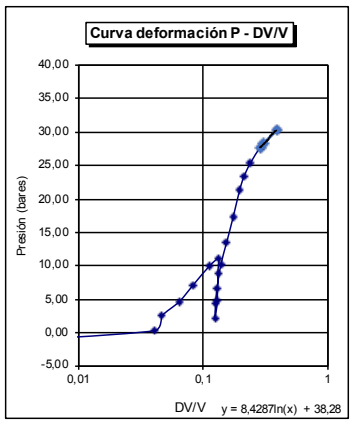
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	36,18	mm	37,43	mm
	final (r_f):	37,15	mm	37,70	mm
	medio (Rm):	36,66	mm	37,57	mm
Presión	inicial:	4,64	bares	4,48	bares
	final:	9,99	bares	10,17	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,034	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,061		0,069	0,077
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	26,95	Mpa	103,54	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	9,67	Mpa	36,27	Mpa
Presión de fluencia Pf:		2,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,02	Mpa		
Presión límite Pl:		38,3	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: ATI 100, Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
SONDEO S41 **PRESIÓMETRO Nº** 2 **PROFUNDIDAD:** 6,20-6,80
MATERIAL ENSAYADO: Limos arcillosos rojizos (UG-2.1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318.

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
3,0	0,91	0,92	0,01
5,1	1,15	1,18	0,03
7,2	1,41	1,45	0,04
9,6	1,69	1,73	0,04
10,1	1,76	1,79	0,03
12,6	2,06	2,10	0,04
14,8	2,31	2,36	0,05
17,8	2,62	2,67	0,05
15,2	2,60	2,60	0,00
12,3	2,48	2,48	0,00
9,5	2,21	2,20	0,01
11,2	2,30	2,32	0,02
14,5	2,50	2,52	0,02
17,1	2,67	2,70	0,03
19,9	2,80	2,85	0,05
23,1	3,12	3,18	0,06
26,8	3,59	3,66	0,07
31,2	4,11	4,19	0,08
36,3	4,81	4,91	0,10
40,2	5,39	5,49	0,10
44,1	5,99	6,11	0,12
48,9	6,76	6,90	0,14
51,2	7,11	7,26	0,15
56,3	8,01	8,19	0,18
59,6	8,70	8,89	0,19
63,2	9,81	10,06	0,25
66,0	11,26	11,52	0,26
67,8	12,68	13,18	0,50

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,0776	0,0063	0,2248
1,3638	0,0107	0,2883
1,6524	0,0151	0,3542
1,9425	0,0202	0,4226
2,0035	0,0212	0,4373
2,3115	0,0265	0,5130
2,5610	0,0311	0,5765
2,8479	0,0374	0,6523
2,7841	0,0319	0,6352
2,6734	0,0258	0,6059
2,4084	0,0200	0,5375
2,5231	0,0235	0,5668
2,7105	0,0305	0,6156
2,8751	0,0359	0,6596
3,0092	0,0418	0,6963
3,2949	0,0485	0,7769
3,6872	0,0563	0,8941
4,0883	0,0655	1,0236
4,5795	0,0767	1,1995
4,9300	0,0844	1,3412
5,2602	0,0926	1,4927
5,6144	0,1027	1,6857
5,7510	0,1075	1,7736
6,0322	0,1182	2,0008
6,1757	0,1252	2,1718
6,2846	0,1327	2,4577
6,1909	0,1386	2,8143
5,7746	0,1424	3,2199

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,45	0,00
0,47	0,69
2,29	0,88
4,10	1,08
6,21	1,29
6,65	1,33
8,84	1,56
10,79	1,75
13,50	1,98
10,97	1,93
8,18	1,85
5,54	1,64
7,23	1,73
10,34	1,87
12,77	2,00
15,44	2,11
18,36	2,35
21,66	2,71
25,66	3,10
30,47	3,63
33,82	4,06
37,39	4,52
41,84	5,11
44,00	5,38
48,82	6,07
51,97	6,59
55,47	7,47
58,36	8,57
60,58	9,82

PARAMETROS DE CÁLCULO

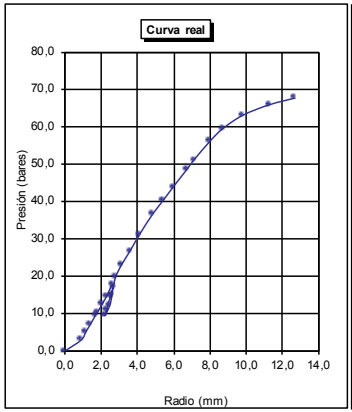
VALORES DE PARTIDA

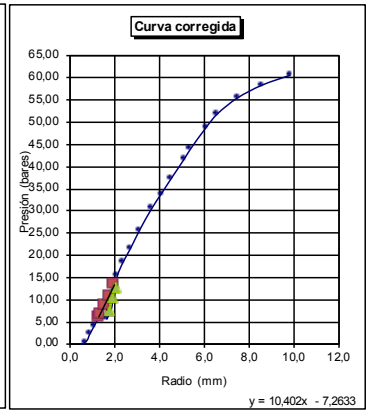
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,96	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	6,5	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,679	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

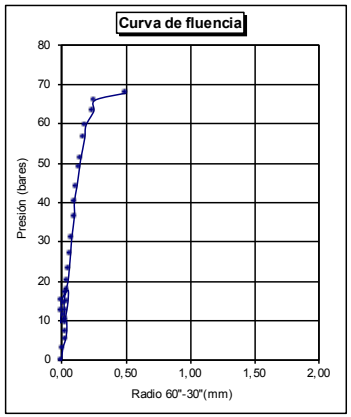
VALORES CALCULADOS

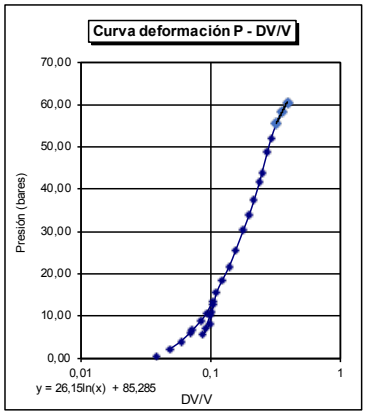
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	36,29	mm	36,73	mm
	final (rf):	36,98	mm	37,00	mm
	medio (Rm):	36,63	mm	36,87	mm
Presión	inicial:	6,21	bares	7,23	bares
	final:	13,50	bares	12,77	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,037	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,057		0,049	0,057
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	51,28	Mpa	99,00	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	18,42	Mpa	35,33	Mpa
Presión de fluencia Pf:		4,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,09	Mpa		
Presión límite Pl:		85,3	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: ATI 100, Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
SONDEO S41 **PRESIÓMETRO Nº** 3 **PROFUNDIDAD:** 9,70-10,20
MATERIAL ENSAYADO: Limos arcillosos rojizos (UG-2.1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318.

LECTURAS DE CAMPO			
Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
5,0	1,81	1,83	0,02
7,3	1,88	1,89	0,01
10,0	1,94	1,95	0,01
13,2	2,00	2,01	0,01
17,0	2,08	2,09	0,01
21,0	2,22	2,24	0,02
25,0	2,38	2,40	0,02
28,0	2,49	2,50	0,01
24,3	2,48	2,48	0,00
21,6	2,45	2,44	-0,01
17,9	2,37	2,36	-0,01
11,7	2,19	2,18	-0,01
15,3	2,22	2,22	0,00
19,7	2,32	2,33	0,01
24,1	2,44	2,46	0,02
28,3	2,53	2,55	0,02
32,8	2,68	2,71	0,03
37,4	2,88	2,92	0,04
42,5	3,17	3,22	0,05
45,3	3,37	3,43	0,06
49,2	3,65	3,71	0,06
53,4	3,94	4,01	0,07
56,2	4,21	4,31	0,10
60,0	4,59	4,74	0,15
63,6	5,04	5,27	0,23
66,3	5,47	5,77	0,30
69,2	6,00	6,46	0,46
72,1	7,04	7,57	0,53
74,2	8,54	9,37	0,83

CALIBRACIONES		
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
2,0439	0,0105	0,4471
2,1041	0,0153	0,4617
2,1639	0,0210	0,4764
2,2233	0,0277	0,4910
2,3018	0,0357	0,5106
2,4469	0,0441	0,5472
2,5987	0,0525	0,5863
2,6920	0,0588	0,6108
2,6734	0,0510	0,6059
2,6361	0,0454	0,5961
2,5610	0,0374	0,5765
2,3891	0,0246	0,5326
2,4277	0,0321	0,5423
2,5326	0,0414	0,5692
2,6548	0,0506	0,6010
2,7382	0,0594	0,6230
2,8841	0,0689	0,6621
3,0709	0,0785	0,7134
3,3287	0,0893	0,7866
3,5027	0,0951	0,8379
3,7265	0,1033	0,9064
3,9559	0,1121	0,9796
4,1745	0,1180	1,0529
4,4691	0,1260	1,1580
4,8018	0,1336	1,2875
5,0848	0,1392	1,4096
5,4203	0,1453	1,5782
5,8563	0,1514	1,8494
6,2402	0,1558	2,2891

LECTURAS CORREGIDAS	
Presión	Radio
bares	mm
-1,11	0,00
1,85	1,37
4,09	1,41
6,73	1,45
9,87	1,49
13,59	1,54
17,45	1,65
21,30	1,76
24,20	1,83
20,52	1,82
17,86	1,80
14,13	1,75
8,21	1,62
11,77	1,65
16,06	1,72
20,34	1,81
24,46	1,87
28,81	1,98
33,22	2,13
38,07	2,34
40,69	2,50
44,37	2,70
48,34	2,92
50,92	3,14
54,43	3,46
57,69	3,85
60,11	4,22
62,67	4,74
65,14	5,57
66,85	6,93

PARAMETROS DE CÁLCULO

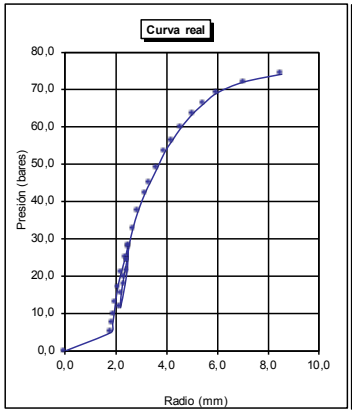
VALORES DE PARTIDA

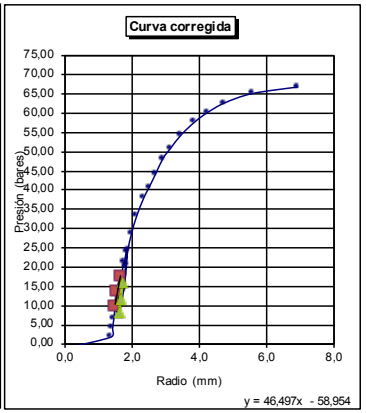
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,04	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	9,95	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,679	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

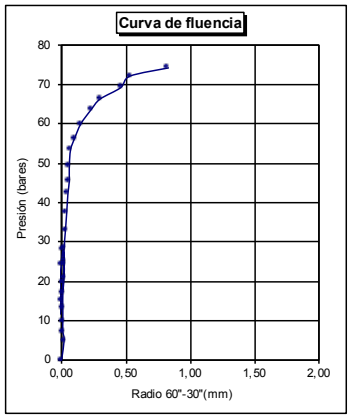
VALORES CALCULADOS

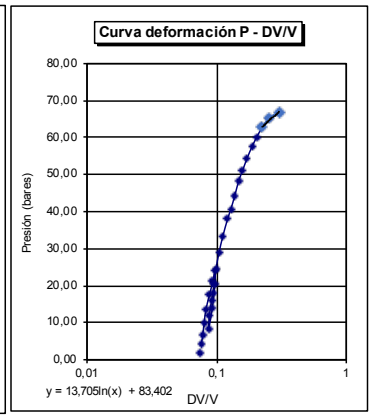
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	36,49	mm	36,62	mm
	final (r_f):	36,65	mm	36,72	mm
	medio (Rm):	36,57	mm	36,67	mm
Presión	inicial:	9,87	bares	8,21	bares
	final:	17,45	bares	16,06	bares
Deformación radial unitaria $\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,043	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$	0,047		0,046	0,049
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	234,07	Mpa	396,85	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	84,22	Mpa	142,39	Mpa
Presión de fluencia Pf:		5,50	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,18	Mpa		
Presión límite Pl:		83,4	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: ATI 100, Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
SONDEO S41 **PRESIÓMETRO Nº** 4 **PROFUNDIDAD:** 15,30-15,8
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados (UG-2.2)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318.

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30°	Radio 60°	Radio 60°-30°
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
5,2	2,28	2,28	0,00
7,7	4,62	4,63	0,01
10,0	4,91	4,93	0,02
15,6	5,19	5,21	0,02
21,3	5,50	5,52	0,02
25,0	5,61	5,63	0,02
32,0	5,74	5,76	0,02
38,1	5,86	5,88	0,02
46,6	5,96	5,98	0,02
52,1	6,04	6,07	0,03
63,0	6,16	6,19	0,03
77,5	6,29	6,33	0,04
84,8	6,36	6,41	0,05
80,2	6,37	6,37	0,00
70,2	6,28	6,28	0,00
60,3	6,09	6,09	0,00
50,2	5,99	5,98	-0,01
62,2	6,08	6,08	0,00
75,6	6,19	6,20	0,01
82,3	6,33	6,34	0,01
95,9	6,45	6,46	0,01
104,3	6,59	6,61	0,02
110,0	6,67	6,69	0,02
123,0	6,83	6,86	0,03
136,0	7,16	7,20	0,04
149,0	7,59	7,63	0,04
163,0	8,16	8,22	0,06

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
2,4851	0,0109	0,5570
4,3958	0,0162	1,1311
4,5922	0,0210	1,2044
4,7658	0,0328	1,2728
4,9470	0,0447	1,3485
5,0086	0,0525	1,3754
5,0795	0,0672	1,4072
5,1431	0,0800	1,4365
5,1948	0,0979	1,4609
5,2403	0,1094	1,4829
5,2995	0,1323	1,5122
5,3664	0,1628	1,5464
5,4035	0,1781	1,5660
5,3850	0,1684	1,5562
5,3427	0,1474	1,5342
5,2503	0,1266	1,4878
5,1948	0,1054	1,4609
5,2453	0,1306	1,4853
5,3043	0,1546	1,5147
5,3710	0,1728	1,5489
5,4263	0,2014	1,5782
5,4931	0,2190	1,6148
5,5275	0,2310	1,6344
5,5983	0,2583	1,6759
5,7293	0,2856	1,7590
5,8753	0,3129	1,8640
6,0396	0,3423	2,0081

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-0,55	0,00
2,17	1,71
2,76	3,48
4,86	3,70
10,29	3,90
15,81	4,13
19,45	4,20
26,38	4,29
32,41	4,36
40,86	4,42
46,31	4,48
57,16	4,53
71,59	4,62
78,85	4,67
74,27	4,65
64,31	4,60
54,50	4,48
44,46	4,41
56,41	4,46
67,75	4,53
76,38	4,62
89,93	4,68
98,26	4,78
110,93	4,82
116,86	4,93
129,73	5,16
142,58	5,45
156,42	5,87

PARAMETROS DE CÁLCULO

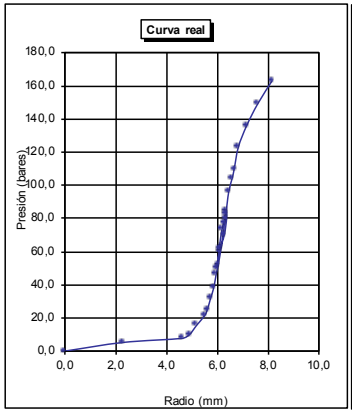
VALORES DE PARTIDA

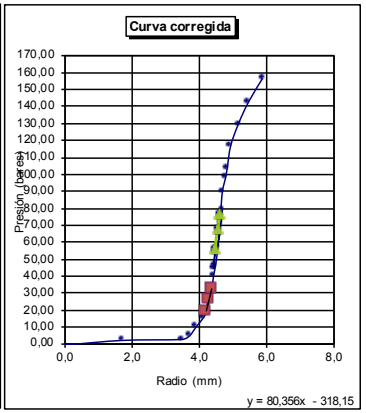
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,11	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	15,55	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

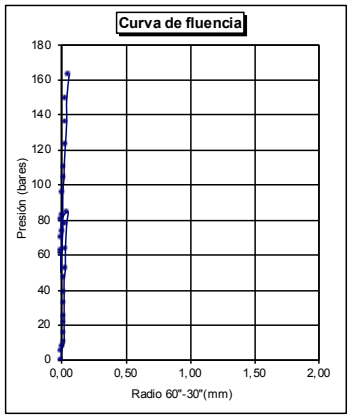
VALORES CALCULADOS

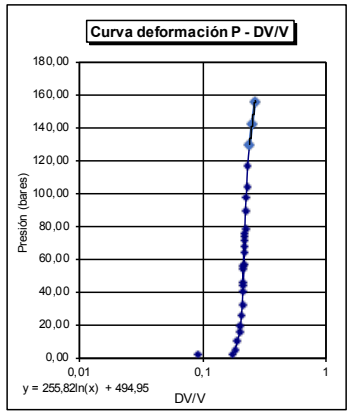
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	39,20	mm	39,46	mm
	final (rf):	39,36	mm	39,62	mm
	medio (Rm):	39,28	mm	39,54	mm
Presión	inicial:	19,45	bares	56,41	bares
	final:	32,41	bares	76,38	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,120	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,125		0,128	0,132
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	419,66	Mpa	680,90	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	140,57	Mpa	226,58	Mpa
Presión de fluencia Pf:		15,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,27	Mpa		
Presión límite Pl:		>300	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: ATI 100, Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
SONDEO S41 **PRESIÓMETRO Nº** 5 **PROFUNDIDAD:** 20,1-20,60
MATERIAL ENSAYADO: Limos Arcillosos rojizos (NG-2.1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318.

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
5,0	3,06	3,12	0,06
10,0	5,42	5,42	0,00
21,2	5,36	5,37	0,01
30,2	5,70	5,71	0,01
40,9	5,85	5,87	0,02
50,6	6,00	6,02	0,02
60,3	6,15	6,18	0,02
70,6	6,35	6,38	0,03
80,1	6,65	6,68	0,03
70,6	6,66	6,66	0,00
60,3	6,59	6,58	-0,01
42,3	6,52	6,51	-0,01
52,6	6,53	6,54	0,01
63,6	6,60	6,61	0,01
70,9	6,67	6,68	0,01
80,6	6,77	6,78	0,01
90,7	6,99	7,02	0,03
101,2	7,22	7,24	0,02
109,6	7,46	7,50	0,04
120,6	7,80	7,86	0,06
130,9	8,10	8,16	0,06
140,5	8,43	8,52	0,09
152,0	9,10	9,19	0,09

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
3,2439	0,0105	0,7622
4,8898	0,0210	1,3241
4,9752	0,0445	1,3608
5,0524	0,0634	1,3950
5,1379	0,0859	1,4340
5,2152	0,1063	1,4707
5,2946	0,1266	1,5098
5,3897	0,1483	1,5586
5,5233	0,1682	1,6319
5,5147	0,1483	1,6270
5,4799	0,1266	1,6075
5,4489	0,0888	1,5904
5,4623	0,1105	1,5977
5,4931	0,1336	1,6148
5,5233	0,1489	1,6319
5,5654	0,1693	1,6564
5,6617	0,1905	1,7150
5,7438	0,2125	1,7687
5,8335	0,2302	1,8323
5,9443	0,2533	1,9202
6,0248	0,2749	1,9935
6,1072	0,2951	2,0814
6,2192	0,3192	2,2451

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-0,06	0,00
1,70	2,35
5,05	4,07
16,16	4,16
25,09	4,25
35,70	4,35
45,32	4,44
54,95	4,54
65,15	4,67
74,52	4,88
65,03	4,88
54,76	4,85
36,79	4,83
47,08	4,83
58,05	4,86
65,22	4,90
74,97	4,95
84,98	5,11
95,40	5,26
103,71	5,44
114,60	5,69
124,82	5,89
134,33	6,14
145,72	6,63

PARAMETROS DE CÁLCULO

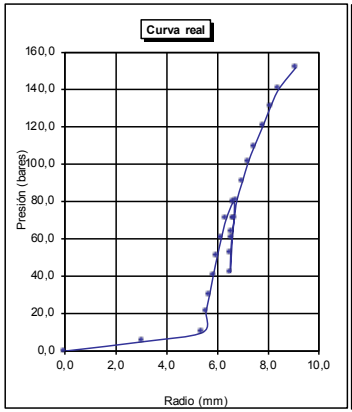
VALORES DE PARTIDA

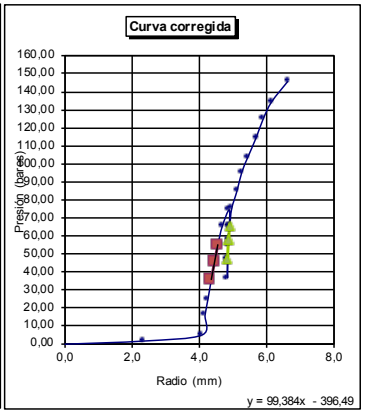
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,15	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	20,4	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,488	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

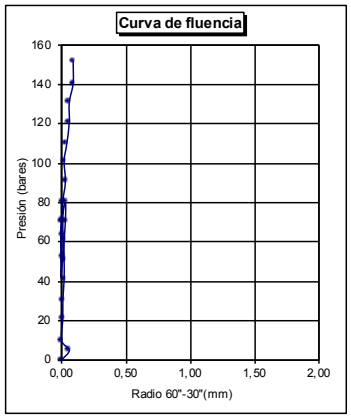
VALORES CALCULADOS

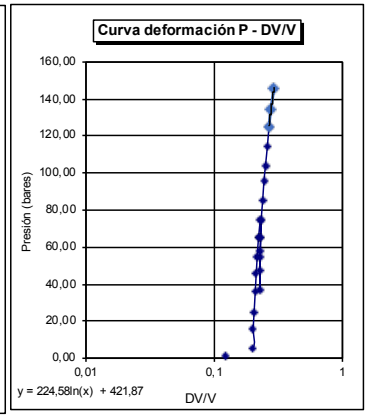
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	39,35	mm	39,83	mm
	final (r_f):	39,54	mm	39,90	mm
	medio (Rm):	39,45	mm	39,87	mm
Presión	inicial:	35,70	bares	47,08	bares
	final:	54,95	bares	65,32	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,124	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,130		0,138	0,140
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	521,68	Mpa	1435,48	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	174,01	Mpa	473,79	Mpa
Presión de fluencia Pf:		13,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,50	Mpa		
Presión límite Pl:		>300	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: ATI 100, Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
SONDEO S41 **PRESIÓMETRO Nº** 6 **PROFUNDIDAD:** 31,1-31,8
MATERIAL ENSAYADO: limolitas (NG-2.2)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318.

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
10,2	2,36	2,37	0,01
21,6	4,70	4,71	0,01
30,1	4,92	4,94	0,02
40,5	5,26	5,26	0,00
50,6	5,52	5,54	0,02
61,1	5,75	5,77	0,02
69,9	5,97	5,99	0,02
59,6	5,98	5,98	0,00
48,7	5,94	5,93	-0,01
32,5	5,81	5,80	-0,01
42,3	5,87	5,87	0,00
53,6	5,96	5,97	0,01
66,7	6,15	6,16	0,01
81,2	6,46	6,47	0,01
90,6	6,66	6,68	0,02
102,3	6,90	6,92	0,02
111,1	7,10	7,12	0,02
123,0	7,33	7,37	0,04
136,0	7,66	7,70	0,04
145,0	7,96	8,01	0,05
153,0	8,17	8,23	0,06
158,0	8,26	8,32	0,06
163,0	8,45	8,51	0,06

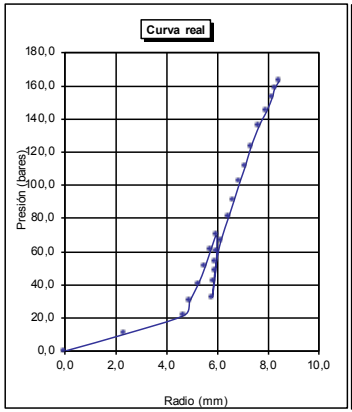
CALIBRACIONES

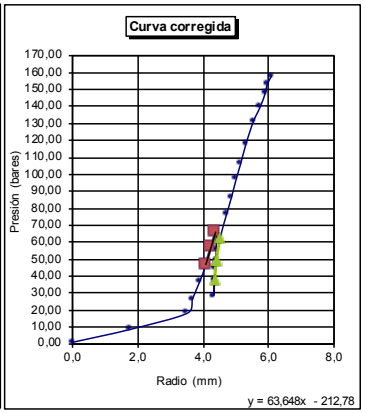
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
2,5704	0,0214	0,5790
4,4493	0,0454	1,1507
4,5986	0,0632	1,2068
4,7958	0,0851	1,2850
4,9583	0,1063	1,3534
5,0848	0,1283	1,4096
5,1999	0,1468	1,4634
5,1948	0,1252	1,4609
5,1691	0,1023	1,4487
5,1009	0,0683	1,4169
5,1379	0,0888	1,4340
5,1897	0,1126	1,4585
5,2849	0,1401	1,5049
5,4309	0,1705	1,5806
5,5233	0,1903	1,6319
5,6224	0,2148	1,6906
5,6997	0,2333	1,7394
5,7897	0,2583	1,8005
5,8970	0,2856	1,8811
5,9859	0,3045	1,9568
6,0420	0,3213	2,0106
6,0633	0,3318	2,0326
6,1051	0,3423	2,0790

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
1,05	0,00
8,68	1,77
18,20	3,51
26,55	3,67
36,75	3,89
46,69	4,08
57,07	4,23
65,75	4,38
55,46	4,39
44,58	4,38
28,45	4,31
38,21	4,35
49,46	4,40
62,47	4,52
76,82	4,72
86,13	4,86
97,73	5,01
106,45	5,15
118,26	5,31
131,15	5,53
140,06	5,75
148,01	5,90
152,99	5,96
157,94	6,09

REPRESENTACION GRÁFICA





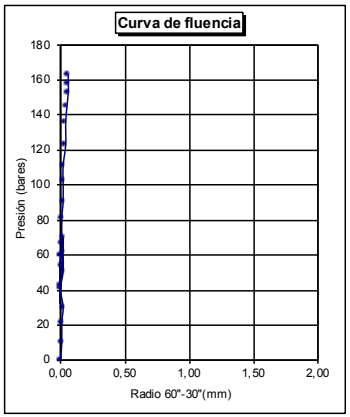
PARAMETROS DE CÁLCULO

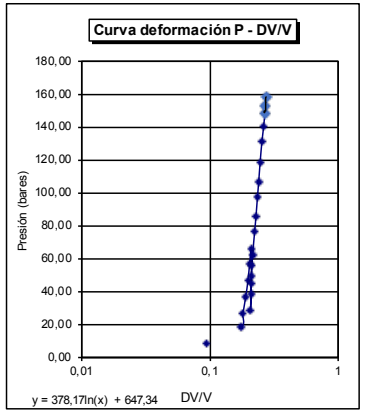
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,23	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	31,5	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,488	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	39,08	mm	39,31	mm
	final (r_f):	39,38	mm	39,40	mm
	medio (Rm):	39,23	mm	39,36	mm
Presión	inicial:	46,69	bares	55,46	bares
	final:	18,20	bares	28,45	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,117	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,125		0,123	0,126
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=331,98	Mpa	1306,84	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	111,35	Mpa	436,91	Mpa
Presión de fluencia Pf:		11,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		1,80	Mpa		
Presión límite Pl:		>300	bares		





ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S43 **PRESIÓMETRO Nº** 1 **PROFUNDIDAD:** 5,00-6,00
MATERIAL ENSAYADO: Gravas terraza aluvial (UG1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
2,3	0,67	0,67	0,00
4,5	0,92	0,93	0,01
6,3	1,06	1,07	0,01
8,1	1,37	1,38	0,01
10,2	1,61	1,61	0,00
14,5	2,00	2,02	0,02
16,2	2,41	2,42	0,01
14,1	2,41	2,40	-0,01
12,1	2,35	2,35	0,00
10,1	2,27	2,26	-0,01
8,3	2,06	2,05	-0,01
10,3	2,16	2,16	0,00
15,0	2,30	2,30	0,00
18,7	2,40	2,42	0,02
21,6	2,73	2,76	0,03
25,9	3,03	3,06	0,03
30,5	3,40	3,44	0,04
33,6	3,74	3,78	0,04
36,9	4,19	4,23	0,04
39,6	4,62	4,67	0,05
42,5	5,14	5,24	0,10
44,6	5,93	6,10	0,17
46,3	6,96	7,25	0,29

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,7948	0,0048	0,1637
1,0887	0,0095	0,2272
1,2437	0,0132	0,2614
1,5784	0,0170	0,3371
1,8193	0,0214	0,3933
2,2331	0,0305	0,4935
2,5174	0,0340	0,5912
2,5987	0,0296	0,5863
2,5516	0,0254	0,5741
2,4660	0,0212	0,5521
2,2626	0,0174	0,5038
2,3698	0,0216	0,5277
2,5041	0,0315	0,5619
2,6174	0,0393	0,5912
2,9291	0,0454	0,6743
3,1925	0,0544	0,7476
3,5108	0,0641	0,8404
3,7810	0,0706	0,9235
4,1173	0,0775	1,0334
4,4226	0,0832	1,1409
4,7838	0,0893	1,2801
5,2553	0,0937	1,4902
5,7474	0,0972	1,7712

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,55	0,00
-0,04	0,50
1,86	0,69
3,51	0,80
4,97	1,03
6,83	1,20
10,72	1,50
12,03	1,79
9,95	1,78
8,00	1,75
6,08	1,69
4,49	1,53
6,38	1,61
10,95	1,71
14,53	1,79
17,12	2,04
21,16	2,26
25,44	2,54
28,27	2,79
31,23	3,12
33,63	3,45
36,17	3,87
37,79	4,52
39,00	5,38

PARAMETROS DE CÁLCULO

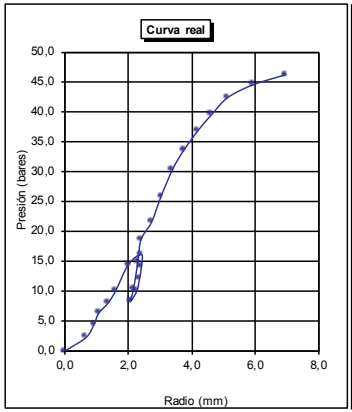
VALORES DE PARTIDA

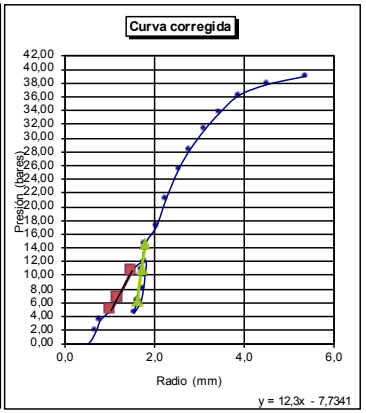
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,75	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	5,5	m	**C. Empuje en reposo k$_o$**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

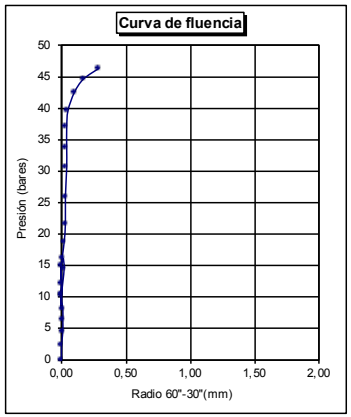
VALORES CALCULADOS

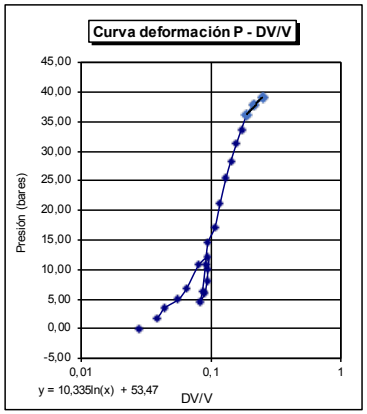
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	36,03	mm	36,61	mm
	final (r_f):	36,50	mm	36,79	mm
	medio (Rm):	36,26	mm	36,70	mm
Presión	inicial:	4,97	bares	6,38	bares
	final:	10,72	bares	14,53	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,029	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$	0,043	0,046	0,051
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	58,93	Mpa	222,50	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	21,38	Mpa	79,77	Mpa
Presión de fluencia Pf:		4,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,04	Mpa		
Presión límite Pl:		53,0	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S43 **PRESIÓMETRO Nº** 2 **PROFUNDIDAD:** 9,50-10,0
MATERIAL ENSAYADO: Gravas terraza aluvial (UG1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
2,1	0,64	0,64	0,00
4,6	0,87	0,88	0,01
6,9	1,10	1,12	0,02
10,1	1,44	1,46	0,02
13,6	1,87	1,88	0,01
16,9	2,14	2,16	0,02
20,5	2,52	2,54	0,02
24,1	2,91	2,93	0,02
22,3	2,92	2,92	0,00
19,6	2,86	2,85	-0,01
15,4	2,73	2,72	-0,01
10,1	2,44	2,42	-0,02
12,6	2,49	2,49	0,00
15,9	2,61	2,62	0,01
20,1	2,82	2,83	0,01
24,5	3,03	3,06	0,03
29,8	3,30	3,32	0,02
32,1	3,84	3,87	0,03
33,6	4,24	4,30	0,06
35,2	4,87	5,00	0,13
36,1	5,34	5,50	0,16
38,2	6,96	7,34	0,38

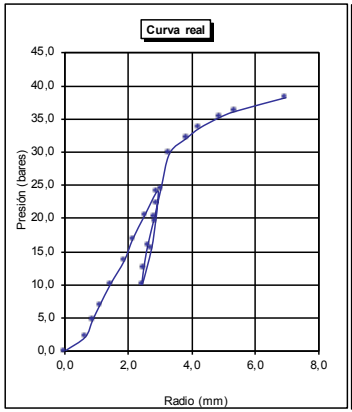
CALIBRACIONES

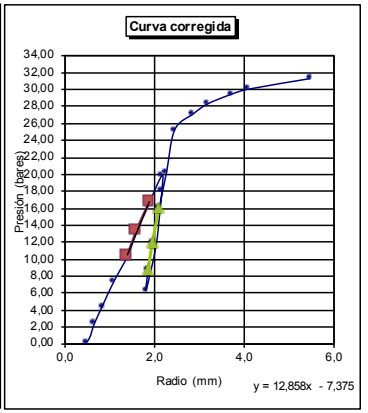
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,7603	0,0044	0,1564
1,0328	0,0097	0,2150
1,2984	0,0145	0,2735
1,6629	0,0212	0,3567
2,0941	0,0286	0,4593
2,3698	0,0355	0,5277
2,7290	0,0431	0,6205
3,0797	0,0506	0,7158
3,0709	0,0488	0,7134
3,0092	0,0412	0,6963
2,8921	0,0323	0,6645
2,6174	0,0212	0,5912
2,6827	0,0265	0,6083
2,8024	0,0334	0,6401
2,9915	0,0422	0,6914
3,1925	0,0515	0,7476
3,4122	0,0626	0,8111
3,8502	0,0674	0,9454
4,1674	0,0706	1,0505
4,6365	0,0739	1,2215
4,9357	0,0758	1,3437
5,7793	0,0802	1,7932

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,13	0,00
0,21	0,48
2,44	0,66
4,48	0,83
7,31	1,08
10,38	1,39
13,41	1,60
16,65	1,88
19,90	2,16
18,10	2,16
15,47	2,11
11,38	2,02
6,36	1,81
8,79	1,86
11,97	1,95
15,98	2,10
20,18	2,26
25,26	2,45
27,12	2,86
28,31	3,18
29,44	3,70
30,04	4,08
31,30	5,47

REPRESENTACION GRÁFICA





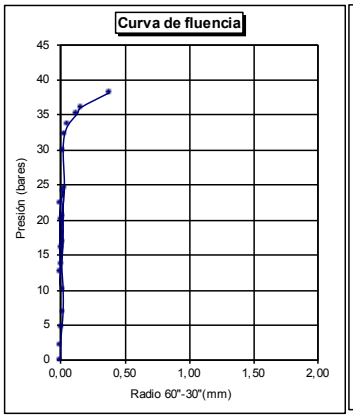
PARAMETROS DE CÁLCULO

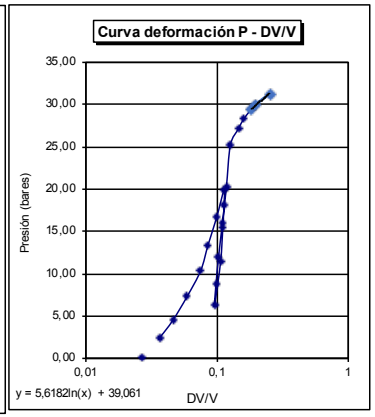
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,75	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	9,75	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	36,39	mm	36,86	mm
	final (r_f):	36,88	mm	37,10	mm
	medio (Rm):	36,63	mm	36,98	mm
Presión	inicial:	10,38	bares	8,79	bares
	final:	16,65	bares	15,98	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,040	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,054		0,053	0,060
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	63,03	Mpa	146,63	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	12,89	Mpa	52,18	Mpa
Presión de fluencia Pf:		3,20	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,07	Mpa		
Presión límite Pl:		39,0	bares		





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S43 **PRESIÓMETRO Nº** 3 **PROFUNDIDAD:** 12,9-13,50
MATERIAL ENSAYADO: Limos arcillosos (UG2-1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
3,8	1,44	1,47	0,03
5,8	3,01	3,04	0,03
9,1	3,05	3,07	0,02
13,0	3,07	3,08	0,01
17,5	3,09	3,10	0,01
22,3	3,14	3,15	0,01
28,5	3,25	3,26	0,01
34,9	3,33	3,34	0,01
41,0	3,45	3,46	0,01
47,0	3,66	3,69	0,03
41,5	3,69	3,69	0,00
33,8	3,68	3,67	-0,01
27,1	3,60	3,59	-0,01
20,0	3,49	3,48	-0,01
36,0	3,63	3,63	0,00
43,2	3,73	3,74	0,01
50,0	3,86	3,88	0,02
60,0	4,15	4,21	0,06
72,0	4,72	4,78	0,06
80,9	5,32	5,50	0,18
90,7	6,31	6,65	0,34
95,0	7,54	8,69	1,15

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,6734	0,0080	0,3591
3,1753	0,0122	0,7427
3,2011	0,0191	0,7500
3,2097	0,0273	0,7524
3,2269	0,0368	0,7573
3,2695	0,0468	0,7695
3,3522	0,0601	0,7954
3,4287	0,0733	0,8160
3,5271	0,0861	0,8453
3,7108	0,0987	0,9015
3,7108	0,0872	0,9015
3,6951	0,0710	0,8966
3,6317	0,0569	0,8770
3,5433	0,0420	0,8502
3,6535	0,0756	0,8868
3,7499	0,0907	0,9137
3,8578	0,1050	0,9479
4,1028	0,1260	1,0285
4,4954	0,1512	1,1678
4,9357	0,1699	1,3437
5,5104	0,1905	1,6246
6,1407	0,1995	2,1230

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-0,78	0,00
1,35	1,10
1,84	2,29
5,12	2,30
9,01	2,30
13,49	2,31
18,25	2,33
24,46	2,40
30,69	2,45
36,69	2,53
42,51	2,69
37,01	2,70
29,32	2,70
22,69	2,66
15,68	2,59
31,56	2,67
38,67	2,74
45,36	2,83
55,12	3,06
66,72	3,46
75,18	3,99
84,41	4,83
88,08	6,37

PARAMETROS DE CÁLCULO

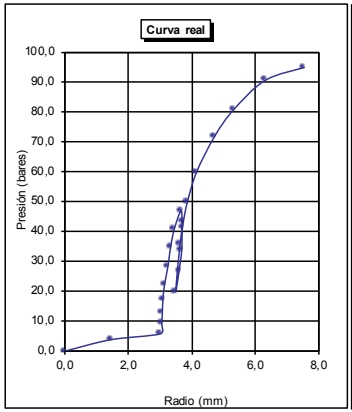
VALORES DE PARTIDA

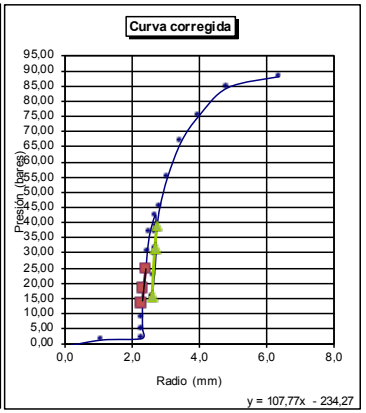
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,86	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	13,2	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,679	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

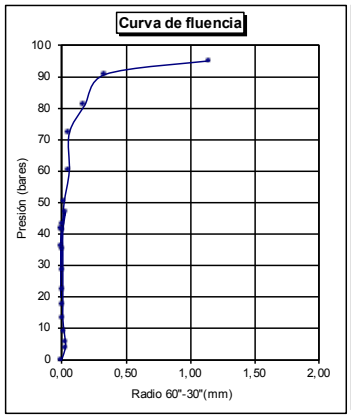
VALORES CALCULADOS

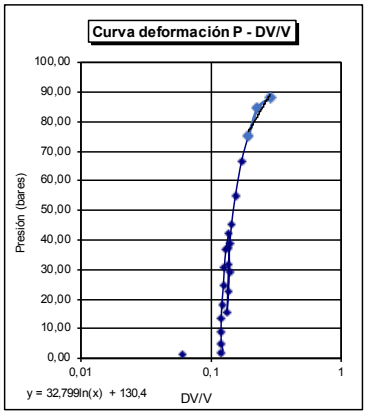
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	37,31	mm	37,59	mm
	final (rf):	37,40	mm	37,74	mm
	medio (Rm):	37,35	mm	37,66	mm
Presión	inicial:	13,49	bares	15,68	bares
	final:	24,46	bares	38,67	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,066	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,069		0,074	0,078
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=558,13	Mpa	779,46	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	196,60	Mpa	272,32	Mpa
Presión de fluencia Pf:		7,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,18	Mpa		
Presión límite Pl:		130,0	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S43 **PRESIÓMETRO Nº** 4 **PROFUNDIDAD:** 18,9-19,40
MATERIAL ENSAYADO: Alternacia de conlgomerados y arenas-limosas (UG2-2)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30°	Radio 60°	Radio 60°-30°
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
4,4	1,55	1,61	0,06
8,8	3,48	3,57	0,09
20,0	3,70	3,78	0,08
27,8	3,89	3,89	0,00
41,6	4,00	4,01	0,01
50,4	4,10	4,12	0,02
60,4	4,22	4,24	0,02
43,0	4,24	4,23	-0,01
29,5	4,20	4,20	0,00
18,4	4,14	4,13	-0,01
31,0	4,14	4,15	0,01
40,7	4,19	4,19	0,00
50,0	4,22	4,23	0,01
60,0	4,29	4,31	0,02
70,0	4,38	4,39	0,01
80,0	4,52	4,54	0,02
90,0	4,68	4,70	0,02
105,0	4,93	4,97	0,04
120,0	5,25	5,30	0,05
124,0	5,36	5,42	0,06
132,0	5,59	5,70	0,11
142,0	6,03	6,26	0,23
155,0	7,02	7,52	0,50

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,8193	0,0092	0,3933
3,6157	0,0185	0,8722
3,7810	0,0420	0,9235
3,8654	0,0584	0,9503
3,9559	0,0874	0,9796
4,0373	0,1058	1,0065
4,1245	0,1268	1,0358
4,1173	0,0903	1,0334
4,0956	0,0620	1,0261
4,0446	0,0386	1,0090
4,0592	0,0651	1,0138
4,0883	0,0855	1,0236
4,1173	0,1050	1,0334
4,1745	0,1260	1,0529
4,2310	0,1470	1,0725
4,3348	0,1680	1,1091
4,4426	0,1890	1,1482
4,6176	0,2205	1,2142
4,8196	0,2520	1,2948
4,8898	0,2604	1,3241
5,0470	0,2772	1,3925
5,3332	0,2982	1,5293
5,8401	0,3255	1,8371

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-0,19	0,00
2,40	1,21
5,00	2,68
16,03	2,81
23,75	2,88
37,46	2,94
46,18	3,01
56,09	3,08
38,70	3,11
25,22	3,11
14,17	3,08
26,75	3,07
36,43	3,08
45,70	3,09
55,64	3,13
65,58	3,17
75,48	3,26
85,37	3,36
100,20	3,54
113,00	3,75
118,93	3,84
126,77	4,03
136,48	4,43
148,97	5,36

PARAMETROS DE CÁLCULO

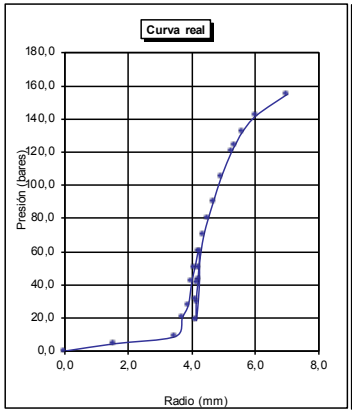
VALORES DE PARTIDA

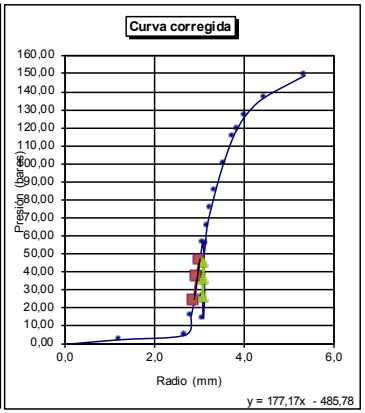
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,98	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	19,15	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

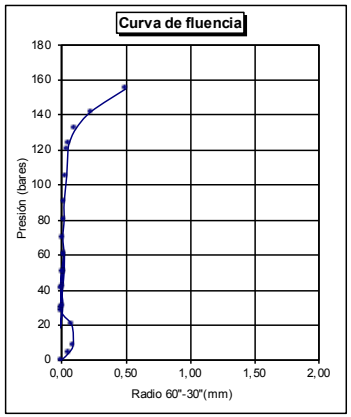
VALORES CALCULADOS

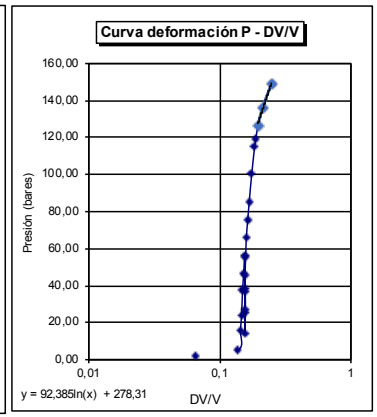
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	37,88	mm	38,07	mm
	final (rf):	38,01	mm	38,09	mm
	medio (Rm):	37,94	mm	38,08	mm
Presión	inicial:	23,75	bares	26,76	bares
	final:	46,18	bares	45,70	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,082	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,086		0,088	0,088
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	895,81	Mpa	4667,14	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	310,64	Mpa	1612,59	Mpa
Presión de fluencia Pf:		12,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,50	Mpa		
Presión límite Pl:		278,0	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S43 **PRESIÓMETRO Nº** 5 **PROFUNDIDAD:** 24-24,5
MATERIAL ENSAYADO: Limos arcillosos (UG2-1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
5,6	0,36	0,36	0,00
10,2	0,83	0,84	0,01
15,4	0,94	0,95	0,01
20,3	1,06	1,07	0,01
25,8	1,18	1,20	0,02
30,2	1,30	1,32	0,02
35,6	1,43	1,44	0,01
30,0	1,44	1,44	0,00
24,5	1,38	1,38	0,00
20,6	1,32	1,31	-0,01
12,5	1,00	0,99	-0,01
18,5	1,10	1,11	0,01
26,3	1,37	1,38	0,01
32,3	1,44	1,45	0,01
38,9	1,57	1,58	0,01
42,5	1,74	1,76	0,02
51,6	1,97	1,99	0,02
60,1	2,17	2,20	0,03
70,8	2,44	2,48	0,04
80,9	2,60	2,66	0,06
90,4	3,10	3,20	0,10
92,3	3,30	3,43	0,13
96,5	3,84	3,94	0,10
99,8	4,60	4,84	0,24

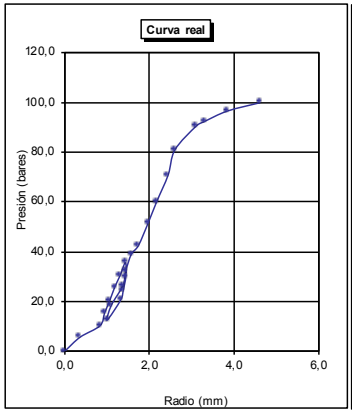
CALIBRACIONES

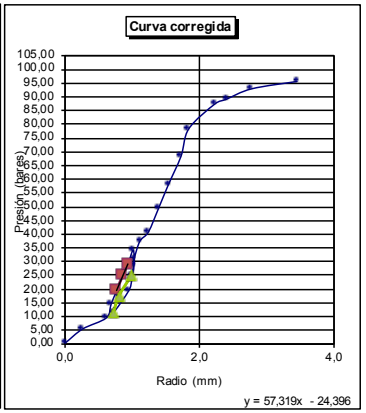
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,4337	0,0118	0,0879
0,9879	0,0214	0,2052
1,1110	0,0323	0,2321
1,2437	0,0426	0,2614
1,3854	0,0542	0,2932
1,5145	0,0634	0,3225
1,6419	0,0748	0,3518
1,6419	0,0630	0,3518
1,5784	0,0515	0,3371
1,5038	0,0433	0,3200
1,1334	0,0263	0,2419
1,2875	0,0389	0,2712
1,5784	0,0552	0,3371
1,6524	0,0678	0,3542
1,7883	0,0817	0,3860
1,9731	0,0893	0,4300
2,2035	0,1084	0,4862
2,4084	0,1262	0,5375
2,6734	0,1487	0,6059
2,8388	0,1699	0,6498
3,3118	0,1898	0,7818
3,5027	0,1938	0,8379
3,9033	0,2027	0,9625
4,5344	0,2096	1,1824

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
0,33	0,00
5,49	0,26
9,54	0,61
14,61	0,69
19,38	0,77
24,74	0,85
29,01	0,93
34,28	1,01
28,68	1,03
23,25	0,99
19,42	0,95
11,67	0,72
17,54	0,80
25,05	0,99
30,97	1,03
37,44	1,11
40,85	1,24
49,72	1,40
58,02	1,54
68,45	1,73
78,39	1,84
87,41	2,23
89,12	2,40
92,92	2,77
95,59	3,45

REPRESENTACION GRÁFICA





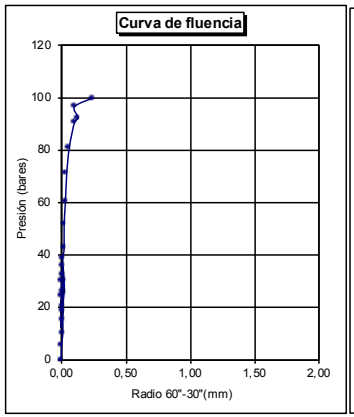
PARAMETROS DE CÁLCULO

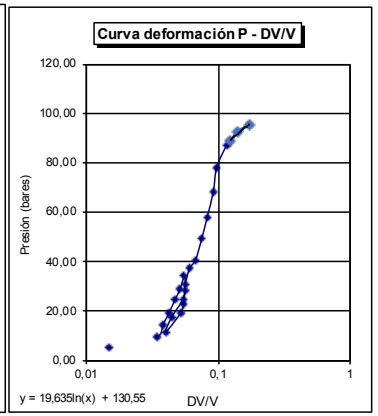
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,04	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	24,25	m	**C. Empuje en reposo k$_o$**	0,679	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	35,77	mm	35,72	mm
	final (r_f):	35,93	mm	35,99	mm
	medio (Rm):	35,85	mm	35,85	mm
Presión	inicial:	19,38	bares	11,67	bares
	final:	29,01	bares	25,05	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,022	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,027		0,021	0,028
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=273,07	Mpa	240,05	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	100,22	Mpa	88,09	Mpa
Presión de fluencia P_f:		8,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,50	Mpa		
Presión límite P_L:		130,0	bares		





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S43 **PRESIÓMETRO Nº** 6 **PROFUNDIDAD:** 33-34
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados-limos aricllosos (UG2-2)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
5,1	0,83	0,83	0,00
10,2	1,09	1,09	0,00
15,6	1,33	1,34	0,01
25,0	1,57	1,59	0,02
35,9	1,86	1,88	0,02
45,6	2,22	2,24	0,02
40,1	2,23	2,23	0,00
35,2	2,18	2,18	0,00
26,5	2,09	2,09	0,00
18,6	1,99	1,98	-0,01
25,1	2,04	2,05	0,01
35,1	2,10	2,11	0,01
45,8	2,27	2,30	0,03
56,9	2,57	2,60	0,03
63,5	2,84	2,87	0,03
74,7	3,20	3,23	0,03

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,9766	0,0107	0,2028
1,2656	0,0214	0,2663
1,5359	0,0328	0,3274
1,7986	0,0525	0,3884
2,0941	0,0754	0,4593
2,4469	0,0958	0,5472
2,4373	0,0842	0,5448
2,3891	0,0739	0,5326
2,3018	0,0557	0,5106
2,1936	0,0391	0,4837
2,2626	0,0552	0,5008
2,3213	0,0737	0,5155
2,5041	0,0962	0,5619
2,7841	0,1195	0,6352
3,0269	0,1334	0,7011
3,3371	0,1569	0,7891

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
1,25	0,00
5,37	0,62
10,18	0,80
15,31	0,98
24,45	1,15
35,06	1,35
44,40	1,60
38,91	1,60
34,06	1,57
25,45	1,52
17,66	1,46
25,29	1,49
34,03	1,52
44,55	1,64
55,37	1,85
61,72	2,04
72,61	2,28

PARAMETROS DE CÁLCULO

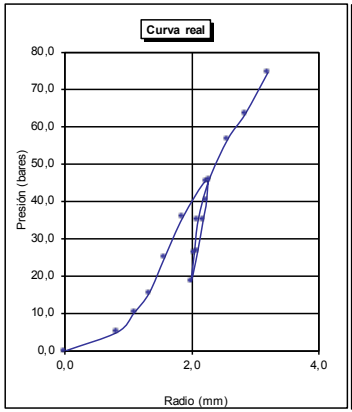
VALORES DE PARTIDA

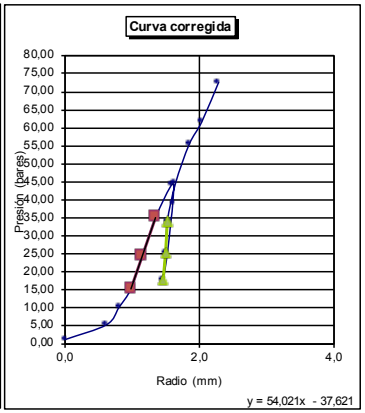
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,1	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	33,5	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

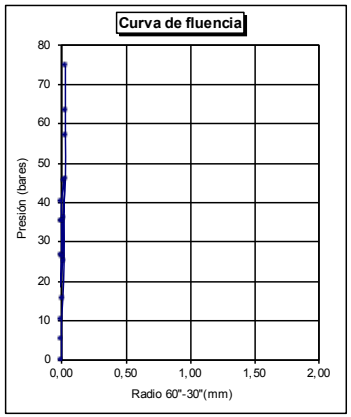
VALORES CALCULADOS

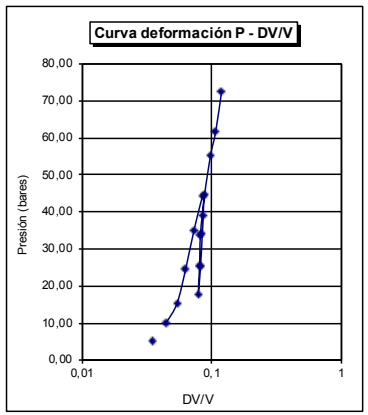
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	35,98	mm	36,46	mm
	final (r_f):	36,35	mm	36,52	mm
	medio (Rm):	36,16	mm	36,49	mm
Presión	inicial:	15,31	bares	17,66	bares
	final:	35,06	bares	34,03	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,028	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,038		0,042	0,043
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=259,82	Mpa	1249,48	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	94,54	Mpa	450,56	Mpa
Presión de fluencia Pf:		>7	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,53	Mpa		ROTURA CAMISA PRESIOMÉTRICA
Presión límite Pl:		>70	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S43 **PRESIÓMETRO Nº** 7 **PROFUNDIDAD:** 42,5-43
MATERIAL ENSAYADO: Arenisca calcárea (UG2-2)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
3,6	0,36	0,36	0,00
6,9	0,66	0,66	0,00
10,1	0,72	0,73	0,01
20,1	0,79	0,80	0,01
30,5	0,86	0,87	0,01
40,1	0,93	0,94	0,01
50,1	1,01	1,02	0,01
40,3	1,01	1,01	0,00
30,6	1,00	1,00	0,00
20,1	0,92	0,92	0,00
30,5	0,96	0,97	0,01
40,6	1,02	1,03	0,01
50,1	1,12	1,13	0,01
60,8	1,18	1,19	0,01
70,1	1,24	1,25	0,01
80,6	1,31	1,32	0,01
90,2	1,38	1,39	0,01
106,0	1,46	1,47	0,01
115,0	1,54	1,56	0,02
126,0	1,61	1,63	0,02
139,0	1,69	1,72	0,03
156,0	1,82	1,86	0,04
178,0	1,95	1,99	0,04
182,0	2,06	2,12	0,06
189,0	2,22	2,32	0,10

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,4337	0,0076	0,0879
0,7833	0,0145	0,1612
0,8633	0,0212	0,1783
0,9428	0,0422	0,1954
1,0216	0,0641	0,2125
1,0999	0,0842	0,2296
1,1886	0,1052	0,2492
1,1776	0,0846	0,2467
1,1665	0,0643	0,2443
1,0776	0,0422	0,2248
1,1332	0,0641	0,2370
1,1996	0,0853	0,2516
1,3094	0,1052	0,2761
1,3746	0,1277	0,2907
1,4394	0,1472	0,3054
1,5145	0,1693	0,3225
1,5890	0,1894	0,3396
1,6734	0,2226	0,3591
1,7675	0,2415	0,3811
1,8400	0,2646	0,3982
1,9323	0,2919	0,4202
2,0740	0,3276	0,4544
2,2035	0,3738	0,4862
2,3310	0,3822	0,5179
2,5231	0,3959	0,5668

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
2,18	0,00
5,34	0,26
8,29	0,48
11,41	0,53
21,33	0,56
31,65	0,59
41,18	0,63
51,09	0,67
41,30	0,68
31,61	0,69
21,20	0,65
31,54	0,67
41,58	0,69
50,97	0,75
61,60	0,77
70,84	0,80
81,26	0,83
90,79	0,86
106,50	0,89
115,41	0,94
126,34	0,97
139,24	1,01
156,10	1,08
177,97	1,13
181,84	1,22
188,65	1,36

PARAMETROS DE CÁLCULO

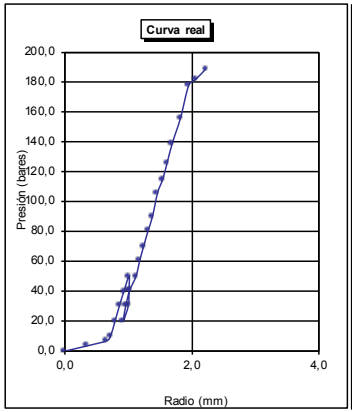
VALORES DE PARTIDA

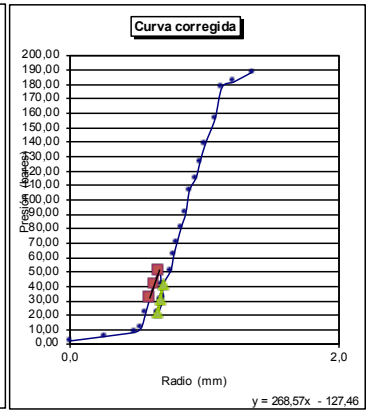
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,16	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	42,75	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

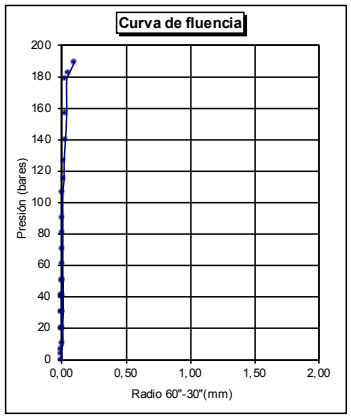
VALORES CALCULADOS

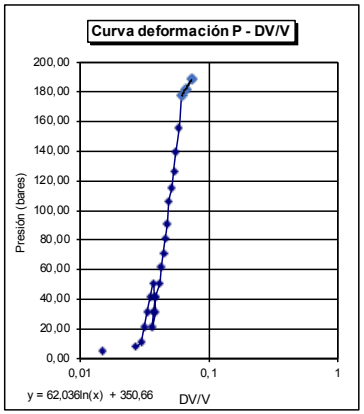
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	35,59	mm	35,65	mm
	final (r_f):	35,67	mm	35,69	mm
	medio (Rm):	35,63	mm	35,67	mm
Presión	inicial:	31,65	bares	21,20	bares
	final:	51,09	bares	41,58	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,017	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,019		0,019	0,020
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	1275,54	Mpa	2412,44	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	471,05	Mpa	889,82	Mpa
Presión de fluencia Pf:		18,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,77	Mpa		
Presión límite Pl:		>300	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S43 **PRESIÓMETRO Nº** 8 **PROFUNDIDAD:** 53,00-53,50
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados (UG2-2)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
5,1	0,76	0,77	0,01
10,2	0,83	0,84	0,01
15,3	0,94	0,95	0,01
21,3	1,03	1,03	0,00
25,6	1,13	1,14	0,01
30,1	1,24	1,25	0,01
35,8	1,35	1,36	0,01
40,9	1,46	1,48	0,02
50,2	1,58	1,60	0,02
40,0	1,59	1,59	0,00
33,5	1,54	1,54	0,00
21,2	1,33	1,32	-0,01
30,2	1,39	1,40	0,01
40,2	1,47	1,48	0,01
50,8	1,59	1,60	0,01
60,9	1,69	1,70	0,01
70,8	1,78	1,80	0,02
80,1	1,88	1,90	0,02
90,2	1,99	2,01	0,02
105,2	2,11	2,13	0,02
118,6	2,26	2,29	0,03
130,2	2,40	2,43	0,03
140,5	2,56	2,59	0,03
150,4	2,75	2,80	0,05
159,0	3,10	3,16	0,06

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,9088	0,0107	0,1881
0,9879	0,0214	0,2052
1,1110	0,0315	0,2221
1,1996	0,0447	0,2516
1,3203	0,0538	0,2785
1,4394	0,0632	0,3054
1,5572	0,0752	0,3222
1,6839	0,0859	0,3616
1,8090	0,1054	0,3909
1,7986	0,0840	0,3884
1,7467	0,0705	0,3762
1,5145	0,0445	0,3225
1,5996	0,0634	0,3420
1,6839	0,0844	0,3616
1,8090	0,1067	0,3909
1,9119	0,1279	0,4153
2,0136	0,1487	0,4397
2,1141	0,1682	0,4642
2,2233	0,1894	0,4910
2,3407	0,2209	0,5204
2,4946	0,2491	0,5594
2,6268	0,2734	0,5936
2,7750	0,2951	0,6327
2,9648	0,3158	0,6840
3,2780	0,3339	0,7720

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
3,23	0,00
7,42	0,57
12,44	0,61
17,11	0,69
23,33	0,73
27,50	0,81
31,89	0,88
37,47	0,95
42,44	1,03
51,62	1,10
41,43	1,12
35,08	1,09
22,91	0,95
31,83	0,99
41,74	1,03
52,22	1,10
62,21	1,16
72,01	1,21
81,21	1,27
91,20	1,33
106,08	1,39
119,33	1,48
130,80	1,56
140,95	1,66
150,66	1,80
158,95	2,05

PARAMETROS DE CÁLCULO

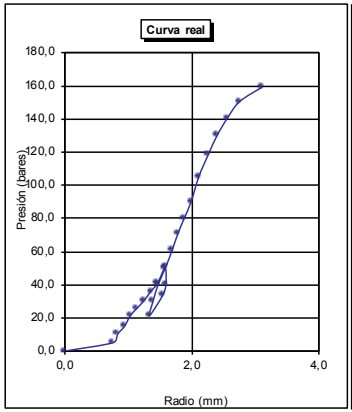
VALORES DE PARTIDA

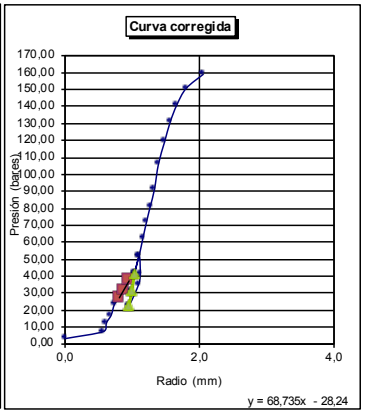
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,2	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	53,25	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

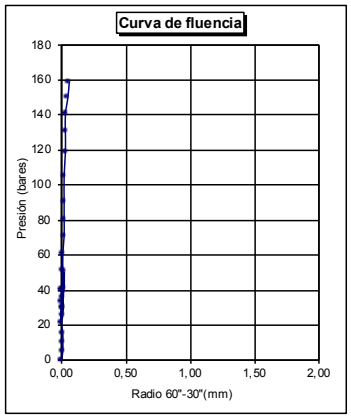
VALORES CALCULADOS

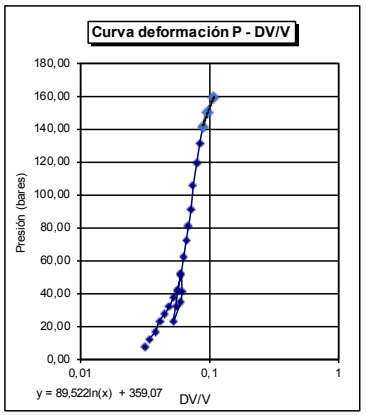
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	35,81	mm	35,95	mm
	final (rf):	35,95	mm	36,03	mm
	medio (Rm):	35,88	mm	35,99	mm
Presión	inicial:	27,50	bares	22,91	bares
	final:	37,47	bares	41,74	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,023	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,027		0,027	0,030
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu) Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=328,27	Mpa	1112,73	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	120,38	Mpa	406,77	Mpa
Presión de fluencia Pf:		15,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,70	Mpa		
Presión límite Pl:		>300	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S45 **PRESIÓMETRO Nº** 1 **PROFUNDIDAD:** 3,0-3,5
MATERIAL ENSAYADO: Gravas, terraza aluvial (UG1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
1,2	1,25	1,25	0,00
3,6	2,91	2,91	0,00
6,9	4,71	4,74	0,03
9,5	6,22	6,24	0,02
11,5	6,85	6,88	0,03
14,5	7,28	7,33	0,05
16,9	7,70	7,78	0,08
18,6	8,18	8,30	0,12
16,3	8,09	8,09	0,00
14,2	7,95	7,94	-0,01
10,0	7,76	7,75	-0,01
12,6	7,88	7,88	0,00
16,8	8,08	8,09	0,01
19,6	8,58	8,62	0,04
22,3	9,14	9,19	0,05
25,8	10,01	10,11	0,10
28,1	10,80	10,98	0,18
30,1	12,25	12,54	0,29

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0001	0,0000
1,4394	0,0025	0,3054
3,0621	0,0076	0,7109
4,4691	0,0145	1,1580
5,3236	0,0200	1,5244
5,6063	0,0242	1,6808
5,7758	0,0305	1,7907
5,9210	0,0355	1,9007
6,0587	0,0391	2,0277
6,0070	0,0342	1,9764
5,9668	0,0298	1,9397
5,9121	0,0210	1,8933
5,9500	0,0265	1,9251
6,0070	0,0353	1,9764
6,1273	0,0412	2,1059
6,2192	0,0468	2,2451
6,2856	0,0542	2,4699
6,2553	0,0590	2,6824
5,9742	0,0632	3,0635

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,75	0,00
-2,01	0,94
-1,24	2,19
0,66	3,57
2,40	4,70
4,12	5,18
6,95	5,51
9,20	5,84
10,77	6,23
8,52	6,08
6,46	5,97
2,31	5,84
4,88	5,93
9,02	6,08
11,70	6,47
14,31	6,90
17,74	7,59
20,07	8,24
22,35	9,41

PARAMETROS DE CÁLCULO

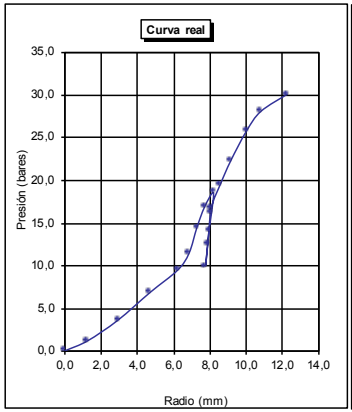
VALORES DE PARTIDA

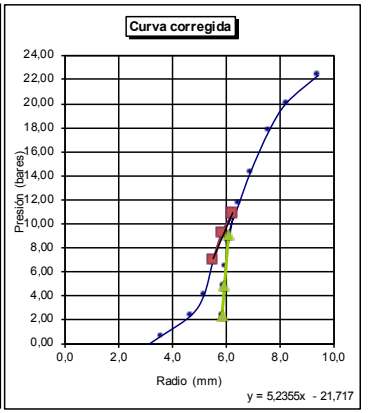
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,75	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	3,25	m	**C. Empuje en reposo (k_o)**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

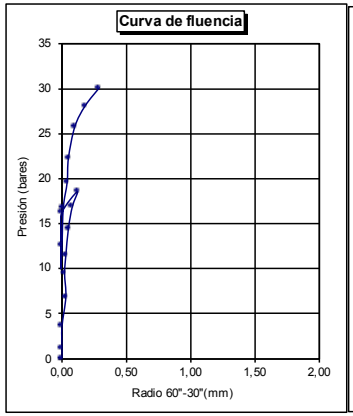
VALORES CALCULADOS

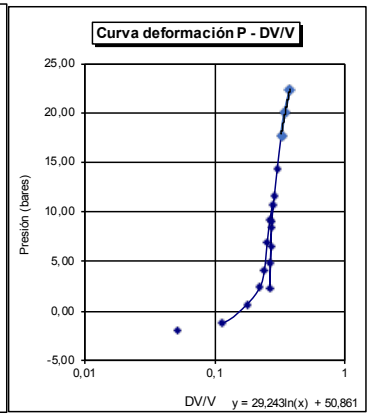
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	40,51	mm	40,84	mm
	final (r_f):	41,23	mm	41,08	mm
	medio (Rm):	40,87	mm	40,96	mm
Presión	inicial:	6,95	bares	2,31	bares
	final:	10,77	bares	9,02	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,157	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,178		0,167	0,174
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$ 28,64	Mpa		150,52	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$ 9,22	Mpa		48,36	Mpa
Presión de fluencia Pf:	2,00	Mpa			
Presión horizontal inicial Poh:	0,02	Mpa			
Presión límite Pl:	50,8	bares			

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S45 **PRESIÓMETRO Nº** 2 **PROFUNDIDAD:** 5,5-6,0
MATERIAL ENSAYADO: Gravas, terraza aluvial (UG1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
2,3	1,20	1,24	0,04
5,1	1,71	1,71	0,00
7,8	2,05	2,07	0,02
10,6	2,40	2,41	0,01
13,1	2,77	2,78	0,01
16,2	3,11	3,13	0,02
19,3	3,47	3,49	0,02
21,2	3,72	3,74	0,02
18,7	3,72	3,72	0,00
15,6	3,65	3,64	-0,01
12,4	3,54	3,53	-0,01
9,6	3,46	3,45	-0,01
11,2	3,49	3,50	0,01
14,3	3,60	3,61	0,01
18,9	3,75	3,77	0,02
22,3	3,97	4,00	0,03
26,3	4,44	4,47	0,03
28,9	4,78	4,82	0,04
31,3	5,14	5,19	0,05
34,5	5,64	5,71	0,07
36,2	6,12	6,20	0,08
37,7	6,86	6,96	0,10
38,2	7,37	7,55	0,18

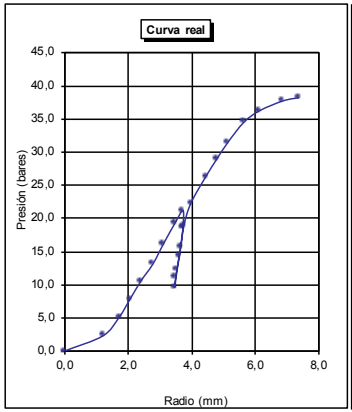
CALIBRACIONES

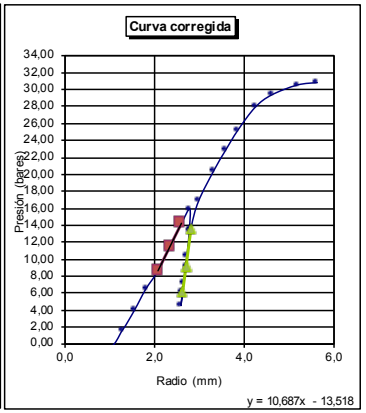
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0001	0,0000
1,4287	0,0048	0,3029
1,9221	0,0107	0,4178
2,2822	0,0164	0,5057
2,6081	0,0223	0,5888
2,9470	0,0275	0,6792
3,2525	0,0340	0,7647
3,5514	0,0405	0,8528
3,7499	0,0445	0,9137
3,7343	0,0393	0,9088
3,6714	0,0328	0,8893
3,5837	0,0260	0,8624
3,5190	0,0202	0,8428
3,5595	0,0235	0,8551
3,6476	0,0300	0,8819
3,7732	0,0397	0,9210
3,9484	0,0468	0,9772
4,2867	0,0552	1,0920
4,5215	0,0607	1,1775
4,7537	0,0662	1,2679
5,0524	0,0725	1,3950
5,3043	0,0760	1,5147
5,6382	0,0792	1,7003
5,8498	0,0802	1,8445

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,50	0,00
-0,65	0,93
1,65	1,28
3,99	1,55
6,47	1,80
8,63	2,07
11,42	2,33
14,22	2,60
15,93	2,78
13,44	2,77
10,40	2,72
7,29	2,64
4,56	2,59
6,12	2,62
9,13	2,70
13,60	2,81
16,83	2,98
20,49	3,32
22,85	3,58
25,22	3,86
27,92	4,24
29,37	4,61
30,54	5,18
30,83	5,63

REPRESENTACION GRÁFICA





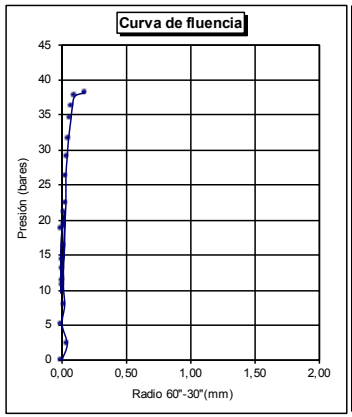
PARAMETROS DE CÁLCULO

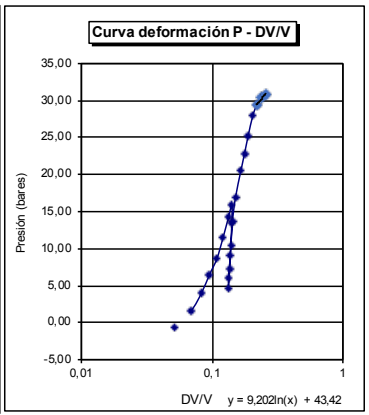
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,75	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	5,75	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	37,07	mm	37,62	mm
	final (r_f):	37,60	mm	37,81	mm
	medio (Rm):	37,34	mm	37,72	mm
Presión	inicial:	8,63	bares	6,12	bares
	final:	14,22	bares	13,60	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,059	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,074		0,075	0,080
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	53,07	Mpa	199,89	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	18,70	Mpa	69,73	Mpa
Presión de fluencia Pf:		2,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,04	Mpa		
Presión límite Pl:		43,4	bares		





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S45 **PRESIÓMETRO Nº** 3 **PROFUNDIDAD:** 10-10,8
MATERIAL ENSAYADO: Limos arcillosos (UG2-1)
NORMA UNE-EN ISO 22476-4 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
3,3	1,64	1,69	0,05
5,4	2,78	2,82	0,04
7,5	3,54	3,55	0,01
10,4	3,64	3,65	0,01
14,0	3,68	3,68	0,00
21,0	3,78	3,79	0,01
25,6	3,86	3,87	0,01
30,8	3,97	3,98	0,01
46,0	4,32	4,33	0,01
55,0	4,62	4,65	0,03
49,5	4,64	4,64	0,00
42,0	4,63	4,63	0,00
33,3	4,62	4,61	-0,01
19,8	4,38	4,37	-0,01
30,0	4,45	4,45	0,00
40,3	4,60	4,60	0,00
50,2	4,77	4,77	0,00
60,0	5,01	5,04	0,03
70,0	5,27	5,28	0,01
80,1	6,17	6,28	0,11
92,2	7,06	7,37	0,31
102,0	8,27	8,78	0,51

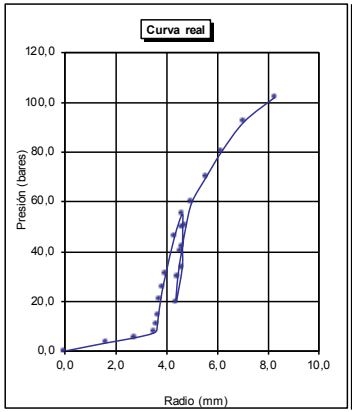
CALIBRACIONES

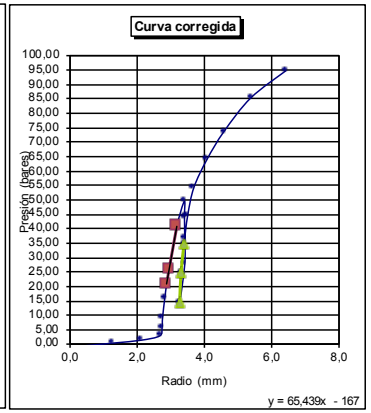
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,9017	0,0069	0,4129
2,9826	0,0113	0,6889
3,5997	0,0158	0,8673
3,6793	0,0218	0,8917
3,7029	0,0294	0,8990
3,7887	0,0441	0,9259
3,8502	0,0538	0,9454
3,9334	0,0647	0,9723
4,1887	0,0966	1,0578
4,4093	0,1155	1,1360
4,4026	0,1042	1,1336
4,3958	0,0882	1,1311
4,3824	0,0699	1,1262
4,2169	0,0416	1,0676
4,2728	0,0630	1,0871
4,3756	0,0846	1,1238
4,4888	0,1054	1,1653
4,6615	0,1260	1,2313
4,9808	0,1470	1,3632
5,3427	0,1682	1,5342
5,7897	0,1936	1,8005
6,1570	0,2142	2,1450

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,06	0,00
0,34	1,27
1,36	2,12
2,84	2,67
5,66	2,74
9,24	2,75
16,15	2,82
20,69	2,87
25,81	2,94
40,75	3,18
49,53	3,40
44,14	3,40
36,54	3,41
27,86	3,41
14,52	3,26
24,67	3,30
34,86	3,39
44,65	3,50
54,28	3,68
63,96	4,07
73,70	4,58
85,35	5,38
94,78	6,42

REPRESENTACION GRÁFICA





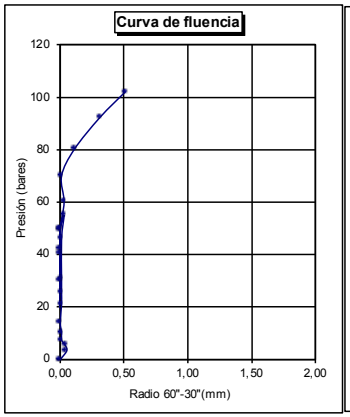
PARAMETROS DE CÁLCULO

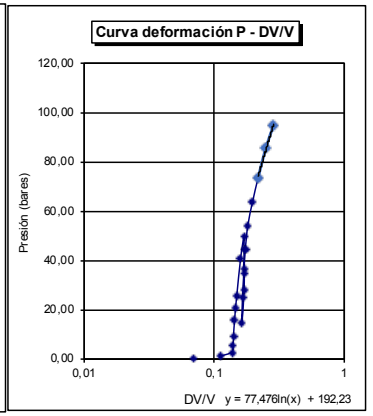
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,96	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	10,4	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,554	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	37,87	mm	38,26	mm
	final (r_f):	38,18	mm	38,39	mm
	medio (Rm):	38,02	mm	38,33	mm
Presión	inicial:	20,69	bares	14,52	bares
	final:	40,75	bares	34,86	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,082	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,091		0,093	0,097
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=332,87	Mpa	792,95	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	115,19	Mpa	272,23	Mpa
Presión de fluencia Pf:		7,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,28	Mpa		
Presión límite Pl:		192,0	bares		





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S45 **PRESIÓMETRO Nº** 3 **PROFUNDIDAD:** 14,5-15,0
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados (ug2-2)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
2,0	1,44	1,44	0,00
5,2	1,64	1,65	0,01
10,1	1,85	1,86	0,01
15,2	2,06	2,08	0,02
20,4	2,28	2,30	0,02
25,6	2,48	2,50	0,02
30,7	2,73	2,76	0,03
35,4	3,01	3,05	0,04
40,2	3,27	3,31	0,04
35,1	3,29	3,29	0,00
30,2	3,25	3,25	0,00
25,0	3,22	3,21	-0,01
20,0	3,06	3,05	-0,01
25,6	3,11	3,11	0,00
31,2	3,22	3,23	0,01
35,6	3,37	3,38	0,01
40,8	3,53	3,54	0,01
50,6	4,11	4,14	0,03
60,8	4,77	4,84	0,07
72,1	5,57	5,67	0,10
80,1	6,38	6,56	0,18
90,4	7,96	8,21	0,25

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,6419	0,0042	0,3518
1,8606	0,0109	0,4031
2,0740	0,0212	0,4544
2,2920	0,0319	0,5081
2,5041	0,0428	0,5619
2,6920	0,0538	0,6108
2,9291	0,0645	0,6743
3,1839	0,0743	0,7451
3,4039	0,0844	0,8086
3,3872	0,0737	0,8037
3,3622	0,0634	0,7964
3,3202	0,0525	0,7842
3,1839	0,0420	0,7451
3,2354	0,0538	0,7598
3,3371	0,0655	0,7891
3,4617	0,0748	0,8257
3,5917	0,0857	0,8648
4,0519	0,1063	1,0114
4,5344	0,1277	1,1824
5,0306	0,1514	1,3852
5,4711	0,1682	1,6026
6,0372	0,1898	2,0057

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-0,63	0,00
-0,27	1,08
2,71	1,24
7,40	1,38
12,28	1,54
17,27	1,70
22,28	1,84
27,15	2,02
31,59	2,23
36,17	2,42
31,09	2,41
26,21	2,40
21,05	2,37
16,19	2,26
21,74	2,30
27,24	2,38
31,51	2,48
36,58	2,59
45,92	3,02
55,64	3,53
66,44	4,13
74,00	4,79
83,74	6,01

PARAMETROS DE CÁLCULO

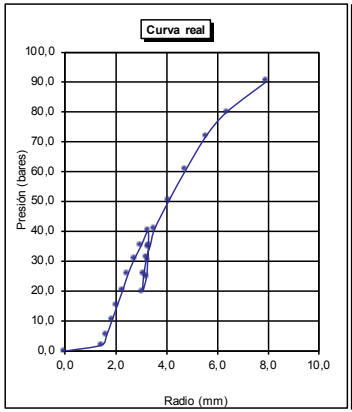
VALORES DE PARTIDA

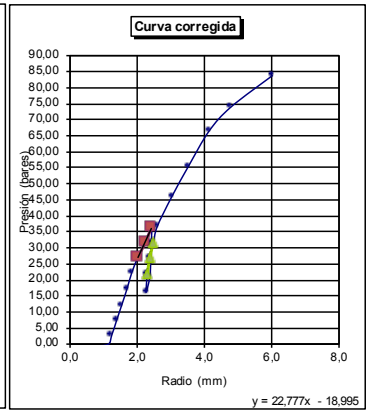
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,04	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	14,75	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

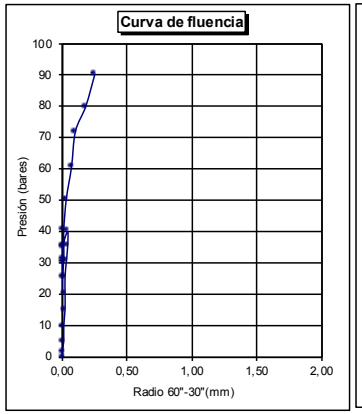
VALORES CALCULADOS

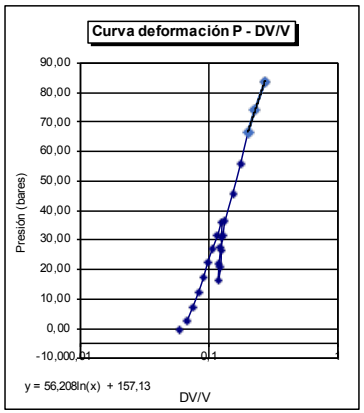
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	37,02	mm	37,30	mm
	final (rf):	37,42	mm	37,48	mm
	medio (Rm):	37,22	mm	37,39	mm
Presión	inicial:	27,15	bares	21,74	bares
	final:	36,17	bares	31,51	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,058	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,069		0,066	0,071
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	112,91	Mpa	265,52	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	39,92	Mpa	93,44	Mpa
Presión de fluencia Pf:		5,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,33	Mpa		
Presión límite Pl:		157,0	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S45 **PRESIÓMETRO Nº** 5 **PROFUNDIDAD:** 21,5-22
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados y limos arcillosos (UG2-2)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
5,1	0,46	0,47	0,01
10,2	0,55	0,56	0,01
15,6	0,65	0,66	0,01
20,1	0,75	0,76	0,01
25,8	0,86	0,87	0,01
30,6	0,97	0,99	0,02
35,4	1,09	1,12	0,03
40,5	1,23	1,26	0,03
45,8	1,46	1,50	0,04
40,2	1,48	1,48	0,00
35,1	1,44	1,44	0,00
30,6	1,37	1,37	0,00
25,0	1,24	1,23	-0,01
20,1	1,09	1,09	0,00
25,4	1,13	1,13	0,00
30,2	1,25	1,26	0,01
35,8	1,40	1,41	0,01
40,2	1,59	1,60	0,01
50,3	1,76	1,78	0,02
60,8	2,16	2,19	0,03
70,9	2,70	2,73	0,03
82,1	3,32	3,37	0,05
90,6	3,92	3,99	0,07
102,3	5,12	5,23	0,11
110,4	6,70	7,00	0,30

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,5632	0,0107	0,1148
0,6680	0,0214	0,1368
0,7833	0,0328	0,1612
0,8974	0,0422	0,1857
1,0216	0,0542	0,2125
1,1554	0,0643	0,2419
1,2984	0,0743	0,2736
1,4502	0,0851	0,3078
1,7049	0,0962	0,3665
1,6839	0,0844	0,3616
1,6419	0,0737	0,3518
1,5678	0,0643	0,3347
1,4179	0,0525	0,3005
1,2656	0,0422	0,2663
1,3094	0,0533	0,2761
1,4502	0,0634	0,3078
1,6102	0,0752	0,3445
1,8090	0,0844	0,3909
1,9933	0,1056	0,4349
2,3988	0,1277	0,5350
2,9021	0,1489	0,6669
3,4535	0,1724	0,8233
3,9409	0,1903	0,9748
4,7778	0,2148	1,2777
5,6539	0,2318	1,7101

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
0,08	0,00
4,61	0,34
9,61	0,40
14,89	0,47
19,28	0,53
24,85	0,60
29,52	0,68
34,18	0,77
39,12	0,87
44,17	1,04
38,59	1,03
33,53	1,01
29,11	0,97
23,66	0,88
18,91	0,78
24,17	0,80
28,82	0,89
34,26	0,99
38,47	1,12
43,38	1,24
58,48	1,53
68,07	1,91
78,72	2,37
86,73	2,82
97,60	3,74
104,82	5,06

PARAMETROS DE CÁLCULO

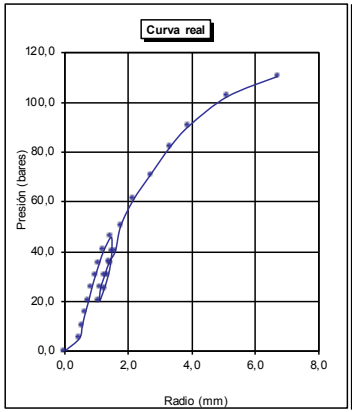
VALORES DE PARTIDA

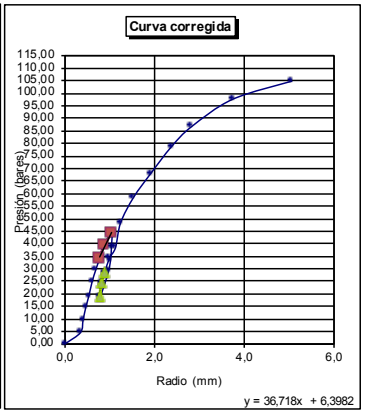
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,11	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	21,75	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

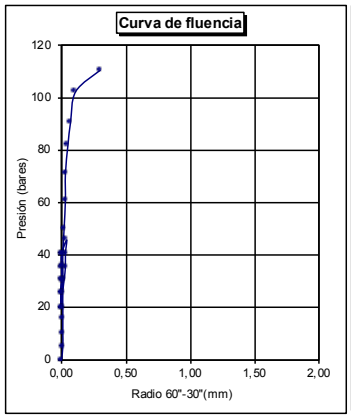
VALORES CALCULADOS

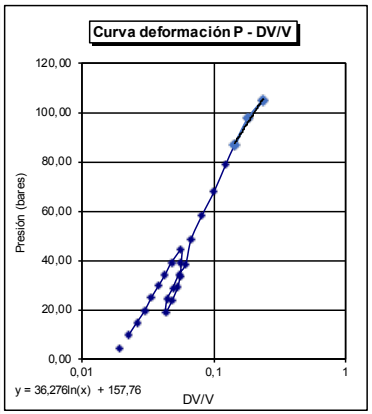
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	35,77	mm	35,78	mm
	final (rf):	36,04	mm	35,89	mm
	medio (Rm):	35,90	mm	35,84	mm
Presión	inicial:	34,18	bares	18,91	bares
	final:	44,17	bares	28,82	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,022	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,030		0,022	0,025
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu) Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	179,86	Mpa	440,59	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	65,91	Mpa	161,78	Mpa
Presión de fluencia Pf:		7,50	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,46	Mpa		
Presión límite Pl:		157,0	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S45 **PRESIÓMETRO Nº** 6 **PROFUNDIDAD:** 31,0-31,6
MATERIAL ENSAYADO: Limolita
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
5,9	0,47	0,47	0,00
11,2	0,53	0,54	0,01
16,3	0,69	0,69	0,00
21,5	0,67	0,68	0,01
26,7	0,74	0,75	0,01
30,5	0,84	0,85	0,01
35,7	0,93	0,94	0,01
40,9	1,03	1,05	0,02
45,8	1,14	1,17	0,03
52,6	1,26	1,30	0,04
45,2	1,28	1,28	0,00
35,6	1,22	1,22	0,00
20,4	0,79	0,81	0,02
25,6	0,84	0,84	0,00
32,5	0,97	0,97	0,00
35,8	1,09	1,10	0,01
40,5	1,24	1,26	0,02
50,2	1,47	1,50	0,03
60,8	1,70	1,73	0,03
70,2	1,99	2,04	0,05
80,9	2,34	2,39	0,05
90,6	2,70	2,76	0,06
105,6	3,11	3,19	0,08
121,0	3,64	3,74	0,10
136,9	4,17	4,26	0,09
156,3	4,74	4,87	0,13
162,3	5,17	5,34	0,17
168,3	6,01	6,34	0,33

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,5632	0,0124	0,1148
0,6448	0,0235	0,1319
0,7143	0,0342	0,1466
0,8062	0,0452	0,1661
0,8861	0,0561	0,1832
0,9991	0,0641	0,2077
1,0999	0,0754	0,2295
1,2217	0,0859	0,2565
1,3529	0,0962	0,2858
1,4931	0,1105	0,3176
1,4717	0,0949	0,3127
1,4071	0,0748	0,2980
0,9541	0,0428	0,1979
0,9879	0,0538	0,2052
1,1332	0,0683	0,2370
1,2766	0,0752	0,2687
1,4502	0,0851	0,3078
1,7049	0,1054	0,3665
1,9425	0,1277	0,4226
2,2528	0,1474	0,4984
2,5893	0,1699	0,5839
2,9291	0,1903	0,6743
3,3004	0,2218	0,7793
3,7499	0,2541	0,9137
4,1388	0,2875	1,0407
4,5538	0,3282	1,1897
4,8432	0,3408	1,3046
5,3710	0,3534	1,5489

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
1,03	0,00
6,37	0,34
11,59	0,38
16,62	0,42
21,72	0,47
26,84	0,51
30,53	0,58
35,83	0,63
40,71	0,71
45,48	0,79
52,14	0,87
44,76	0,87
35,22	0,85
20,48	0,57
25,64	0,58
32,40	0,66
35,55	0,76
40,08	0,87
49,53	1,03
59,89	1,18
68,98	1,39
79,34	1,64
88,70	1,90
103,33	2,19
118,28	2,57
133,79	2,93
152,78	3,35
158,49	3,67
163,96	4,44

PARAMETROS DE CÁLCULO

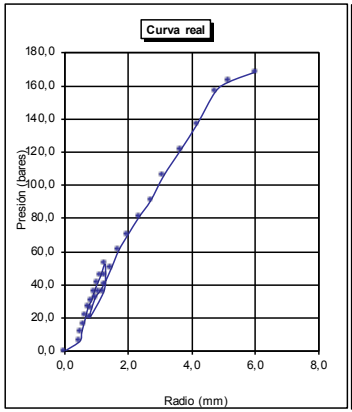
VALORES DE PARTIDA

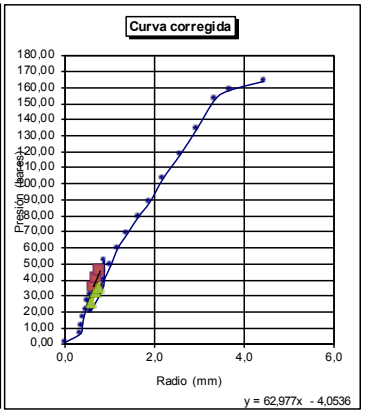
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,18	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	31,3	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,515	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

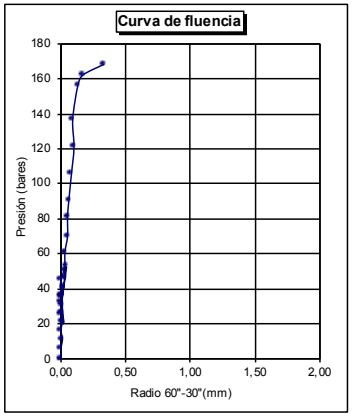
VALORES CALCULADOS

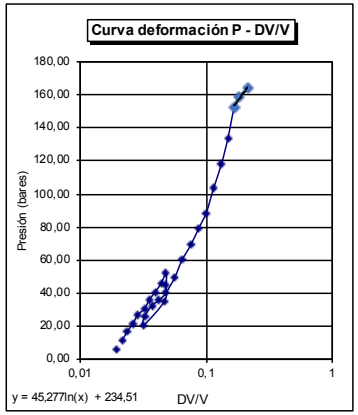
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (rᵢ):	35,63	mm	35,58	mm
	final (r_f):	35,79	mm	35,76	mm
	medio (Rm):	35,71	mm	35,67	mm
Presión	inicial:	35,83	bares	25,64	bares
	final:	45,48	bares	35,55	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,018	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,023		0,017	0,022
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=299,43	Mpa	268,58	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	110,33	Mpa	99,08	Mpa
Presión de fluencia Pf:		16,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,63	Mpa		
Presión límite Pl:		234,0	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S45 **PRESIÓMETRO Nº** 7 **PROFUNDIDAD:** 49,2-49,80
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados (UG2-2)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30°	Radio 60°	Radio 60°-30°
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
4,2	0,96	0,96	0,00
9,8	1,12	1,13	0,01
15,6	1,28	1,29	0,01
21,1	1,42	1,43	0,01
25,6	1,59	1,60	0,01
29,8	1,78	1,80	0,02
35,5	1,99	2,03	0,04
41,2	2,21	2,23	0,02
34,5	2,22	2,22	0,00
29,9	2,15	2,15	0,00
20,1	1,98	1,97	-0,01
25,6	2,00	2,01	0,01
30,4	2,08	2,09	0,01
35,8	2,22	2,23	0,01
40,5	2,36	2,38	0,02
50,2	2,63	2,66	0,03
60,3	3,09	3,13	0,04

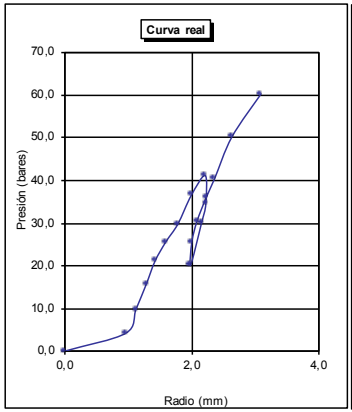
CALIBRACIONES

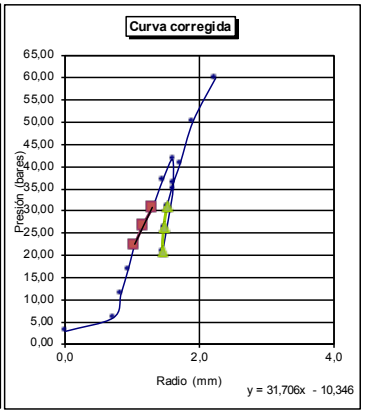
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,1221	0,0088	0,2345
1,3094	0,0206	0,2761
1,4824	0,0328	0,3151
1,6313	0,0443	0,3493
1,8090	0,0538	0,3909
2,0136	0,0626	0,4397
2,2430	0,0767	0,4959
2,4373	0,0865	0,5448
2,4277	0,0725	0,5423
2,3601	0,0628	0,5252
2,1837	0,0422	0,4813
2,2233	0,0538	0,4910
2,3018	0,0638	0,5106
2,4373	0,0752	0,5448
2,5799	0,0851	0,5814
2,8388	0,1054	0,6498
3,2525	0,1266	0,7647

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
2,85	0,00
5,93	0,72
11,34	0,83
16,97	0,94
22,32	1,04
26,64	1,16
30,64	1,30
37,11	1,46
41,61	1,60
34,92	1,61
30,39	1,56
20,77	1,45
26,23	1,47
30,95	1,52
36,21	1,61
40,77	1,71
50,21	1,90
59,90	2,24

REPRESENTACION GRÁFICA





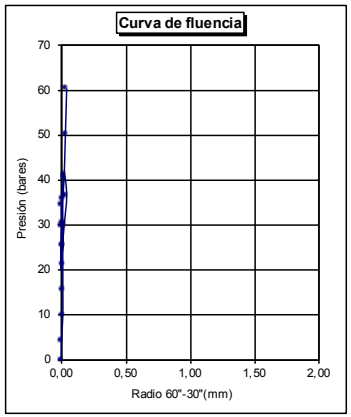
PARAMETROS DE CÁLCULO

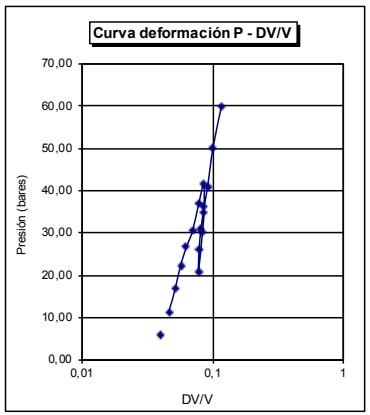
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,24	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	49,5	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	36,04	mm	36,45	mm
	final (r_f):	36,30	mm	36,52	mm
	medio (Rm):	36,17	mm	36,48	mm
Presión	inicial:	22,32	bares	20,77	bares
	final:	30,64	bares	30,95	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,030	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,037		0,041	0,043
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	153,10	Mpa	715,42	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	55,70	Mpa	258,04	Mpa
Presión de fluencia Pf:		>6	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,80	Mpa		ROTURA CAMISA PRESIÓMETRICA
Presión límite Pl:		>60	bares		





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S45 **PRESIÓMETRO Nº** 8 **PROFUNDIDAD:** 51,5-52,10
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados (UG2-2)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30°	Radio 60°	Radio 60°-30°
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
2,1	0,44	0,44	0,00
5,6	0,90	0,91	0,01
10,5	1,03	1,05	0,02
15,6	1,17	1,18	0,01
20,6	1,33	1,34	0,01
25,8	1,47	1,50	0,03
30,7	1,64	1,66	0,02
25,6	1,63	1,63	0,00
20,1	1,58	1,58	0,00
15,6	1,33	1,33	0,00
21,4	1,37	1,37	0,00
26,8	1,54	1,55	0,01
31,5	1,70	1,71	0,01
36,7	1,89	1,91	0,02
40,1	2,09	2,11	0,02
45,6	2,36	2,40	0,04
53,6	2,67	2,69	0,02
59,6	2,91	2,94	0,03
68,2	3,33	3,34	0,01
78,8	3,86	3,90	0,04

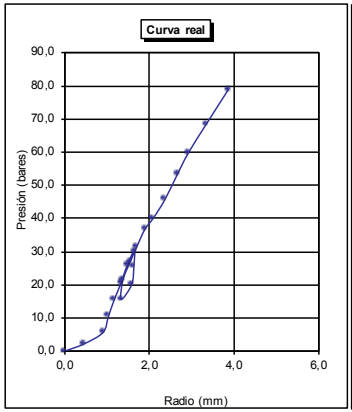
CALIBRACIONES

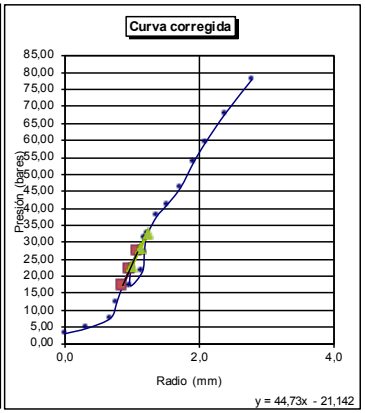
Reacción	Presión	Expansión
mm	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,5280	0,0044	0,1075
1,0664	0,0118	0,2223
1,2217	0,0221	0,2565
1,3638	0,0328	0,2883
1,5359	0,0433	0,3274
1,7049	0,0542	0,3665
1,8709	0,0634	0,4055
1,8400	0,0538	0,3982
1,7883	0,0422	0,3860
1,5252	0,0328	0,3249
1,5678	0,0449	0,3347
1,7571	0,0563	0,3787
1,9221	0,0662	0,4178
2,1241	0,0771	0,4666
2,3213	0,0842	0,5155
2,5987	0,0958	0,5863
2,8660	0,1126	0,6572
3,0884	0,1252	0,7182
3,4287	0,1432	0,8160
3,8730	0,1655	0,9528

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
3,08	0,00
4,65	0,33
7,61	0,68
12,36	0,77
17,32	0,86
22,14	0,97
27,18	1,08
31,41	1,19
26,84	1,18
21,39	1,15
17,15	0,97
22,91	0,99
28,12	1,12
32,66	1,23
37,66	1,37
40,86	1,51
46,08	1,72
53,81	1,92
59,59	2,10
67,85	2,38
78,01	2,78

REPRESENTACION GRÁFICA





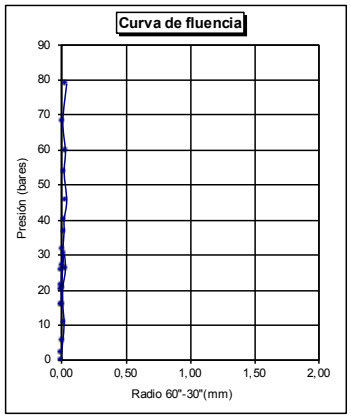
PARAMETROS DE CÁLCULO

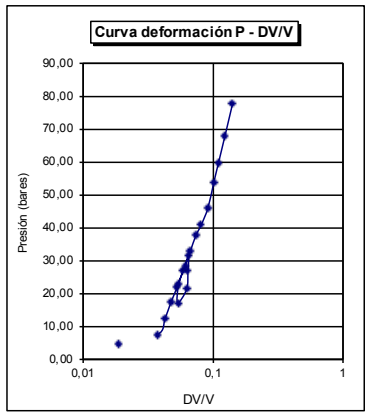
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,24	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	51,8	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	35,86	mm	35,99	mm
	final (r_f):	36,08	mm	36,23	mm
	medio (Rm):	35,97	mm	36,11	mm
Presión	inicial:	17,32	bares	22,91	bares
	final:	27,18	bares	32,66	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,025	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,031		0,028	0,035
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=213,99	Mpa	198,54	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	77,38	Mpa	72,35	Mpa
Presión de fluencia Pf:		>8	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,97	Mpa		ROTURA CAMISA PRESIÓMETRICA
Presión límite Pl:		>80	bares		





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S49 **PRESIÓMETRO Nº** 1 **PROFUNDIDAD:** 1,80-2,20
MATERIAL ENSAYADO: Gravas, terraza aluvial (UG1)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30°	Radio 60°	Radio 60°-30°
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
3,6	1,92	2,00	0,08
5,7	6,11	5,41	-0,70
7,2	9,57	9,60	0,03
9,2	13,30	13,82	0,52

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0001	0,0000
2,2134	0,0076	0,4886
4,8841	0,0120	1,3217
6,2613	0,0151	2,3453
5,5261	0,0193	3,3762

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,87	0,00
-0,51	1,50
-1,08	4,08
-0,95	7,24
1,77	10,42

PARAMETROS DE CÁLCULO

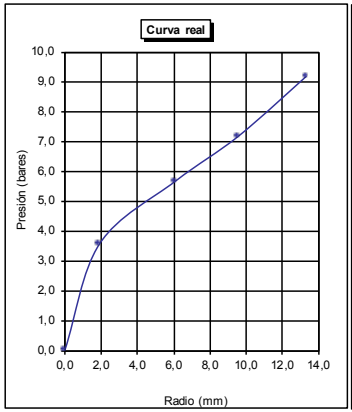
VALORES DE PARTIDA

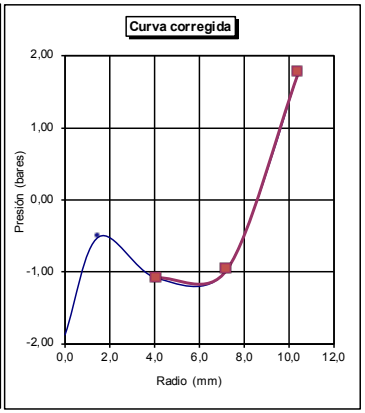
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	1,75	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	2	m	**C. Empuje en reposo k$_o$**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

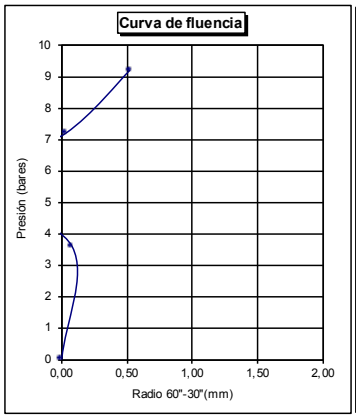
VALORES CALCULADOS

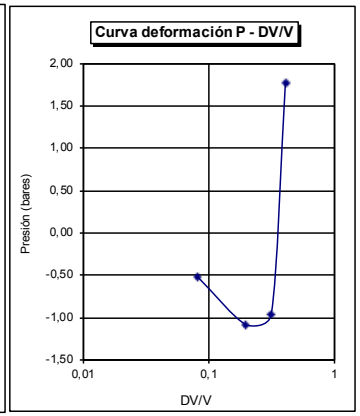
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	39,08	mm	mm	
	final (r_f):	45,42	mm	mm	
	medio (Rm):	42,25	mm	mm	
Presión	inicial:	-1,08	bares	bares	
	final:	1,77	bares	bares	
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,116	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$	0,298		
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	2,53	Mpa	Mpa	
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	0,22	Mpa	Mpa	
Presión de fluencia Pf:		0,30	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,01	Mpa		ROTURA CAMISA PRESIOMÉTICA
Presión límite Pl:		5,5	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S49 **PRESIÓMETRO Nº** 2 **PROFUNDIDAD:** 5,0-5,50
MATERIAL ENSAYADO: Limos arcillosos (UG2-1)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
4,5	0,99	1,00	0,01
8,8	1,80	1,81	0,01
10,9	1,88	1,89	0,01
13,7	2,03	2,04	0,01
15,7	2,12	2,13	0,01
18,1	2,24	2,25	0,01
20,5	2,38	2,39	0,01
17,9	2,38	2,38	0,00
15,6	2,37	2,36	-0,01
12,8	2,28	2,27	-0,01
9,2	2,19	2,18	-0,01
13,9	2,24	2,24	0,00
16,7	2,34	2,34	0,00
21,9	2,55	2,56	0,01
24,0	2,64	2,66	0,02
27,1	2,81	2,83	0,02
30,0	2,98	3,00	0,02
32,0	3,18	3,20	0,02
35,2	3,46	3,49	0,03
38,2	3,75	3,82	0,07
40,4	4,03	4,09	0,06
43,6	4,49	4,62	0,13
48,0	5,22	5,38	0,16
51,2	5,88	6,12	0,24
53,6	6,68	7,12	0,44

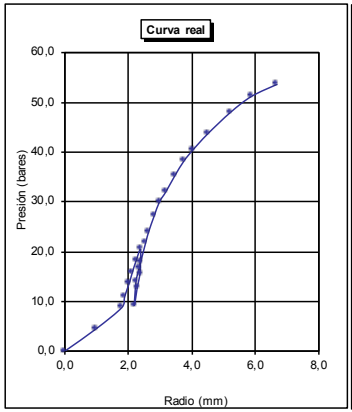
CALIBRACIONES

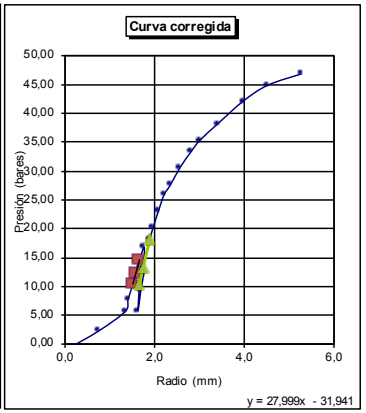
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,1665	0,0095	0,2443
2,0237	0,0185	0,4422
2,1041	0,0229	0,4617
2,2528	0,0288	0,4984
2,3407	0,0330	0,5204
2,4564	0,0380	0,5497
2,5893	0,0431	0,5839
2,5799	0,0376	0,5814
2,5610	0,0328	0,5765
2,4756	0,0269	0,5546
2,3891	0,0193	0,5326
2,4469	0,0292	0,5472
2,5421	0,0351	0,5717
2,7474	0,0460	0,6254
2,8388	0,0504	0,6498
2,9915	0,0569	0,6914
3,1407	0,0630	0,7329
3,3118	0,0672	0,7818
3,5514	0,0739	0,8526
3,8118	0,0802	0,9332
4,0152	0,0848	0,9992
4,3891	0,0916	1,1287
4,8666	0,1008	1,3143
5,2652	0,1075	1,4951
5,6997	0,1126	1,7394

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-1,08	0,00
2,26	0,75
5,70	1,35
7,72	1,41
10,37	1,51
12,28	1,58
14,57	1,66
16,84	1,76
14,25	1,76
11,96	1,75
9,25	1,69
5,74	1,63
10,38	1,66
13,08	1,73
18,08	1,89
20,09	1,96
23,03	2,08
25,78	2,20
27,61	2,35
30,57	2,56
33,31	2,81
35,31	3,01
38,14	3,40
42,06	3,96
44,86	4,52
46,83	5,27

REPRESENTACION GRÁFICA





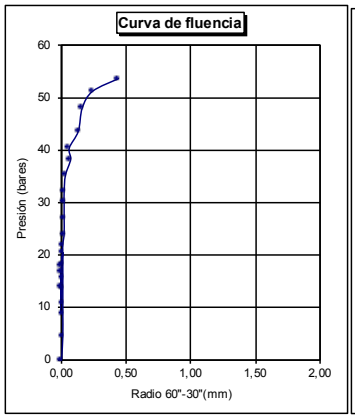
PARAMETROS DE CÁLCULO

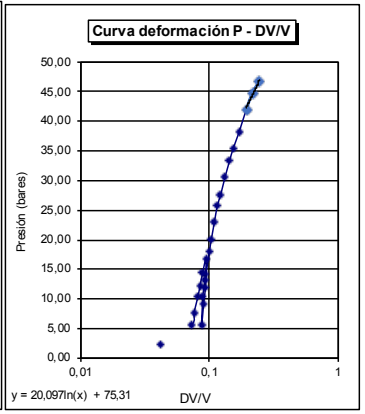
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,08	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	5,25	m	**C. Empuje en reposo ko**	0,554	
Nivel de agua en sondeo:	16	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	36,51	mm	36,66	mm
	final (rf):	36,66	mm	36,89	mm
	medio (Rm):	36,59	mm	36,78	mm
Presión	inicial:	10,37	bares	10,38	bares
	final:	14,57	bares	18,08	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,043	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,047		0,048	0,054
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	136,63	Mpa	167,36	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	49,14	Mpa	59,88	Mpa
Presión de fluencia Pf:		4,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,06	Mpa		
Presión límite Pl:		75,3	bares		





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S49 **PRESIÓMETRO Nº** 3 **PROFUNDIDAD:** 10,80-11,30
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados (UG2-2)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30°	Radio 60°	Radio 60°-30°
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
3,2	1,09	1,13	0,04
5,1	3,39	3,45	0,06
7,7	3,89	3,82	0,02
11,5	3,99	4,00	0,01
15,4	4,07	4,08	0,01
20,0	4,12	4,13	0,01
25,5	4,28	4,29	0,01
19,2	4,29	4,29	0,00
14,3	4,25	4,25	0,00
10,4	4,21	4,20	-0,01
15,1	4,21	4,21	0,00
20,0	4,28	4,28	0,00
25,6	4,32	4,33	0,01
33,0	4,36	4,36	0,00
43,4	4,40	4,41	0,01
50,1	4,43	4,44	0,01
60,3	4,48	4,48	0,00
71,1	4,56	4,58	0,02
80,1	4,63	4,65	0,02
100,0	4,79	4,81	0,02
108,0	4,86	4,89	0,03
120,0	4,96	4,98	0,02
140,0	5,36	5,39	0,03
150,0	5,78	5,82	0,04
156,0	6,20	6,27	0,07
160,0	6,69	6,74	0,05

CALIBRACIONES

Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,3094	0,0067	0,2761
3,5190	0,0107	0,8428
3,8118	0,0162	0,9332
3,9484	0,0242	0,9772
4,0078	0,0323	0,9967
4,0446	0,0420	1,0090
4,1603	0,0538	1,0480
4,1603	0,0403	1,0480
4,1316	0,0300	1,0383
4,0956	0,0218	1,0261
4,1028	0,0317	1,0285
4,1531	0,0420	1,0456
4,1887	0,0538	1,0578
4,2099	0,0693	1,0651
4,2450	0,0911	1,0774
4,2659	0,1052	1,0847
4,2936	0,1266	1,0945
4,3621	0,1493	1,1189
4,4093	0,1682	1,1360
4,5150	0,2100	1,1751
4,5667	0,2268	1,1946
4,6239	0,2520	1,2166
4,8724	0,2940	1,3168
5,1115	0,3150	1,4218
5,3380	0,3276	1,5318
5,5487	0,3360	1,6466

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
-0,50	0,00
1,40	0,85
1,09	2,60
3,39	2,87
7,06	3,00
10,90	3,05
15,46	3,08
20,94	3,19
14,54	3,20
9,67	3,18
5,81	3,15
10,50	3,15
15,35	3,19
20,92	3,22
28,30	3,23
38,66	3,24
45,34	3,25
55,51	3,26
66,24	3,31
75,20	3,35
94,99	3,42
102,94	3,47
114,88	3,51
134,63	3,78
144,39	4,08
150,17	4,41
153,96	4,76

PARAMETROS DE CÁLCULO

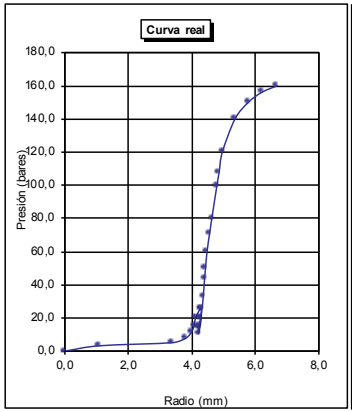
VALORES DE PARTIDA

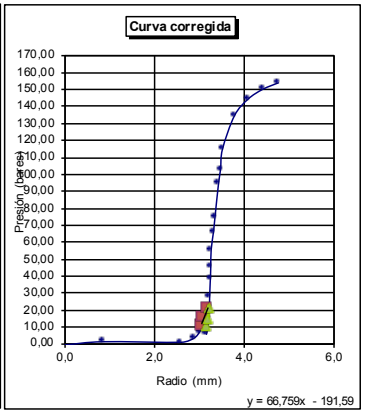
Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,15	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	11,05	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	16	m			

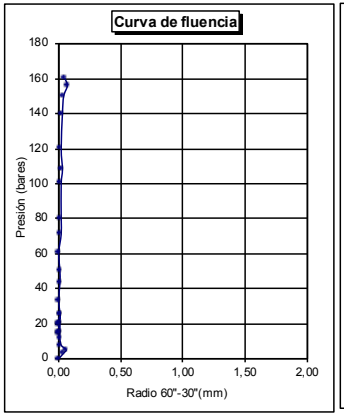
VALORES CALCULADOS

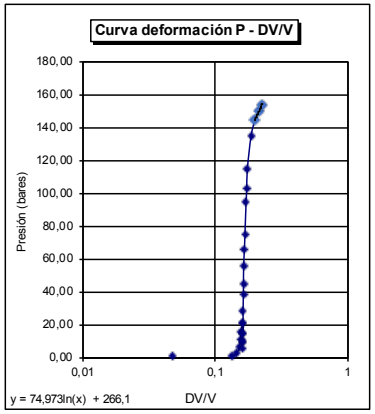
		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	38,05	mm	38,15	mm
	final (rf):	38,19	mm	38,22	mm
	medio (Rm):	38,12	mm	38,18	mm
Presión	inicial:	10,90	bares	10,50	bares
	final:	20,94	bares	20,92	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,087	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,091		0,090	0,092
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	371,08	Mpa	770,58	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	128,09	Mpa	265,53	Mpa
Presión de fluencia Pf:		14,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,77	Mpa		
Presión límite Pl:		266,0	bares		

REPRESENTACION GRÁFICA









Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S49 **PRESIÓMETRO Nº** 4 **PROFUNDIDAD:** 17-17,5
MATERIAL ENSAYADO: Conglomerados (UG2-2)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
3,7	1,59	1,65	0,06
5,6	2,87	1,91	-0,96
8,3	3,24	3,26	0,02
13,7	3,47	3,51	0,04
17,4	3,61	3,62	0,01
22,0	3,69	3,70	0,01
28,1	3,77	3,78	0,01
35,4	3,84	3,85	0,01
46,7	3,96	3,98	0,02
38,8	3,98	3,98	0,00
31,8	3,97	3,97	0,00
19,6	3,93	3,93	0,00
30,4	3,96	3,96	0,00
46,4	4,01	4,01	0,00
57,4	4,10	4,10	0,00
72,6	4,22	4,23	0,01
82,0	4,29	4,30	0,01
91,0	4,36	4,37	0,01
ROTURA			

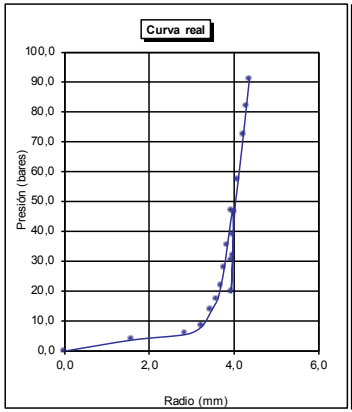
CALIBRACIONES

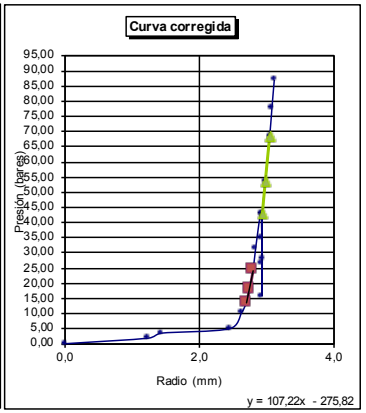
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
1,8606	0,0078	0,4031
2,1241	0,0118	0,4666
3,3622	0,0174	0,7964
3,5676	0,0288	0,8575
3,6556	0,0365	0,8844
3,7186	0,0462	0,9039
3,7810	0,0590	0,9235
3,8349	0,0743	0,9406
3,9334	0,0981	0,9723
3,9334	0,0815	0,9723
3,9259	0,0658	0,9699
3,8958	0,0412	0,9601
3,9184	0,0638	0,9674
3,9559	0,0974	0,9796
4,0226	0,1205	1,0016
4,1173	0,1525	1,0334
4,1674	0,1722	1,0505
4,2169	0,1911	1,0676

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
0,13	0,00
1,96	1,24
3,60	1,43
5,06	2,45
10,26	2,62
13,87	2,70
18,41	2,75
24,44	2,80
31,69	2,84
42,89	2,91
34,99	2,93
28,00	2,93
15,83	2,93
26,61	2,93
42,57	2,93
53,50	2,98
68,61	3,04
77,96	3,08
86,91	3,11

REPRESENTACION GRÁFICA





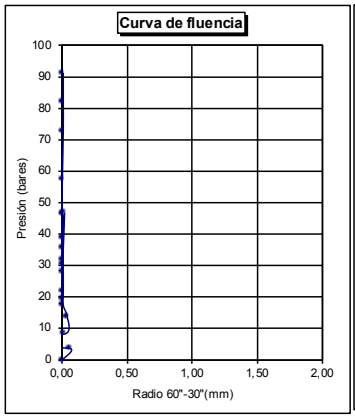
PARAMETROS DE CÁLCULO

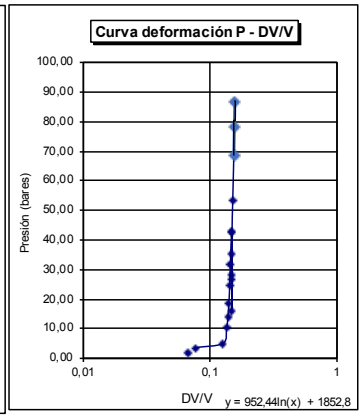
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,19	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	17,25	m	**C. Empuje en reposo ks**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	16	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (r_i):	37,70	mm	37,93	mm
	final (r_f):	37,80	mm	38,04	mm
	medio (Rm):	37,75	mm	37,99	mm
Presión	inicial:	0,13	bares	31,69	bares
	final:	3,60	bares	34,99	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,077	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,080		0,084	0,087
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R} =$	539,30	Mpa	1182,73	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	187,98	Mpa	409,66	Mpa
Presión de fluencia Pf:		>9	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,51	Mpa		
Presión límite Pl:		>900	bares		ROTURA CAMISA PRESIOMÉTICA





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO PRESIOMÉTRICO

OBRA: Central Nuclear de Cofrentes. **NREF:2022/30**

PETICIONARIO: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR .S.A.U.
SONDEO S49 **PRESIÓMETRO Nº** 4 **PROFUNDIDAD:** 26-26,60
MATERIAL ENSAYADO: Arenisca calcárea y limolita(UG2-2)
NORMA UNE-ENV 1997 Marca: OYO ELASTMETER HQ SONDE Modelo: 4180 S/N 420318

LECTURAS DE CAMPO

Presión	Radio 30"	Radio 60"	Radio 60"-30"
bares	mm	mm	mm
0,0	0,00	0,00	0,00
2,2	0,61	0,61	0,00
4,5	0,93	0,94	0,01
6,9	1,07	1,08	0,01
8,5	1,16	1,18	0,02
10,2	1,27	1,29	0,02
13,6	1,38	1,40	0,02
18,9	1,51	1,55	0,04
23,0	1,64	1,68	0,04
28,6	1,84	1,88	0,04
35,6	2,06	2,08	0,02
40,2	2,25	2,28	0,02
35,2	2,25	2,25	0,00
30,9	2,21	2,21	0,00
25,3	2,11	2,10	-0,01
20,1	1,93	1,92	-0,01
15,6	1,56	1,55	-0,01
20,2	1,58	1,59	0,01
25,6	1,70	1,71	0,01
30,8	1,81	1,82	0,01
35,9	1,96	1,98	0,02
40,8	2,10	2,13	0,03
46,1	2,25	2,28	0,03
50,2	2,37	2,42	0,05
60,2	2,57	2,64	0,07
70,3	2,84	2,90	0,06
80,9	3,03	3,10	0,07
90,2	3,20	3,28	0,08
102,3	3,43	3,53	0,10
115,6	3,73	3,83	0,10
130,5	4,07	4,20	0,13
153,2	4,53	4,67	0,14
161,2	4,91	5,11	0,20
168,9	5,58	5,97	0,39

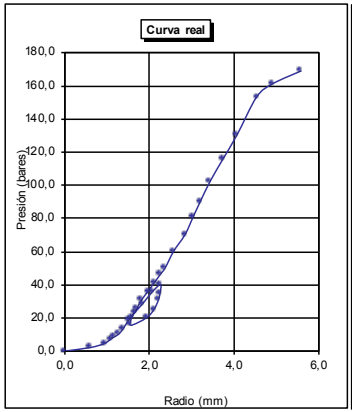
CALIBRACIONES

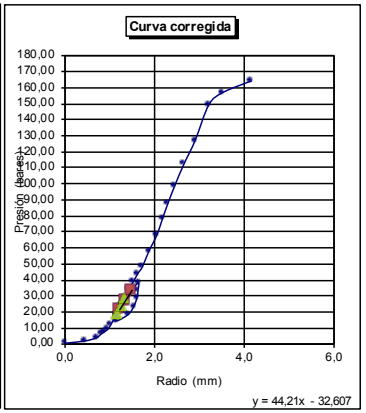
Reacción	Presión	Expansión
bares	mm	mm
0,0000	0,0000	0,0000
0,7258	0,0046	0,1490
1,0999	0,0095	0,2296
1,2547	0,0145	0,2638
1,3638	0,0179	0,2883
1,4824	0,0214	0,3151
1,5996	0,0286	0,3420
1,7571	0,0397	0,3787
1,8914	0,0483	0,4104
2,0941	0,0601	0,4593
2,2920	0,0748	0,5081
2,4851	0,0844	0,5570
2,4564	0,0739	0,5497
2,4181	0,0649	0,5399
2,3115	0,0531	0,5130
2,1340	0,0422	0,4691
1,7571	0,0328	0,3787
1,7986	0,0424	0,3884
1,9221	0,0538	0,4178
2,0338	0,0647	0,4446
2,1936	0,0754	0,4837
2,3407	0,0857	0,5204
2,4851	0,0968	0,5570
2,6174	0,1054	0,5912
2,8206	0,1264	0,6450
3,0534	0,1476	0,7085
3,2269	0,1699	0,7573
3,3789	0,1894	0,8013
3,5837	0,2148	0,8624
3,8195	0,2428	0,9357
4,0956	0,2741	1,0261
4,4226	0,3217	1,1409
4,7049	0,3385	1,2484
5,1897	0,3547	1,4585

LECTURAS CORREGIDAS

Presión	Radio
bares	mm
0,53	0,00
2,00	0,46
3,93	0,70
6,18	0,80
7,67	0,87
9,25	0,95
12,53	1,03
17,67	1,13
21,64	1,22
27,04	1,36
33,84	1,50
39,24	1,64
33,27	1,63
29,01	1,61
23,52	1,53
18,50	1,41
14,37	1,14
18,93	1,16
24,21	1,24
29,30	1,31
34,24	1,42
38,99	1,52
44,14	1,63
48,11	1,72
57,91	1,87
67,78	2,04
78,20	2,17
87,35	2,29
99,25	2,45
112,31	2,65
126,93	2,90
149,31	3,21
157,03	3,52
164,24	4,16

REPRESENTACION GRÁFICA





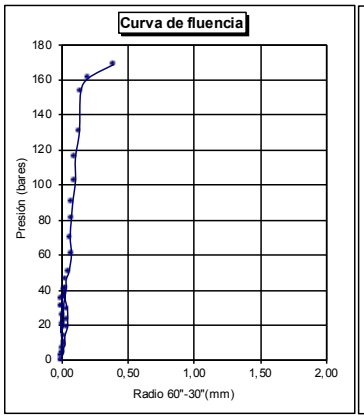
PARAMETROS DE CÁLCULO

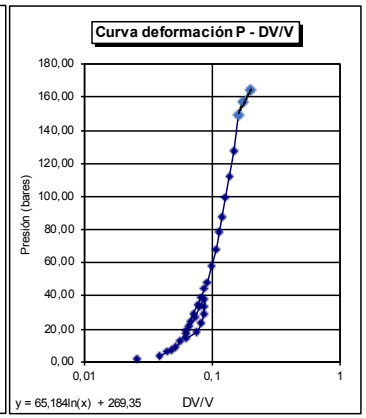
VALORES DE PARTIDA

Radio de la membrana:	35	mm	**Densidad aparente promediada**	2,22	g/cm³
Coeficiente de Poisson:	0,33				
Profundidad ensayo:	26,3	m	**C. Empuje en reposo k0**	0,398	
Nivel de agua en sondeo:	21	m			

VALORES CALCULADOS

		Carga		Recarga	
Radio	inicial (ri):	36,22	mm	36,16	mm
	final (rf):	36,50	mm	36,31	mm
	medio (Rm):	36,36	mm	36,23	mm
Presión	inicial:	0,53	bares	21,64	bares
	final:	3,93	bares	33,84	bares
Deformación radial unitaria	$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$ 0,035	$\varepsilon_f = \frac{r_f - r_o}{r_o} =$ 0,043		0,033	0,037
Módulo presiométrico:	$E_p = (1+\nu)Rm \cdot \frac{\Delta P}{d\Delta R}$	=213,88	Mpa	329,60	Mpa
Módulo de corte:	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i} =$	77,40	Mpa	119,69	Mpa
Presión de fluencia Pf:		16,00	Mpa		
Presión horizontal inicial Poh:		0,60	Mpa		
Presión límite Pl:		269,0	bares		





f.Ensayo de permeabilidad in situ.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA CONSTANTE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100. CN COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO

Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-40 (3,00-4,00 m)

Fecha de la realización: 26/04/22

Calado inicial: 0 m

Sondista: Jose Manuel Díaz

Tipo de sonda: TP50/400

Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	4,00	m	400	cm
Fondo entubación (**E**)	3,00	m	300	cm
Longitud revestimiento (**L**)	4,00	m	400	cm
Nivel freático (**F**)	21,00	m	2.100	cm
Diametro perforación (**d**)	86,00	mm	8,6	cm
Volumen admitido (**V**)	65,8	l	65.800	cm^3
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**h**)			100	cm
Longitud tramo saturado (**Hs**)			-1.700	cm
Longitud tramo de llenado (**H**)			2.200	cm
Caudal (Q) =	2,7E-02	l/s	27,4167	cm^3/s
Coeficiente de forma =	5,008E-03	m^{-1}		

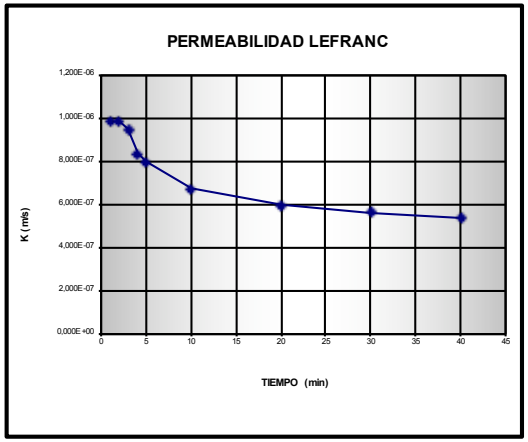
Permeabilidad (K) 6,241E-05 cm/s 6,241E-07 m/s

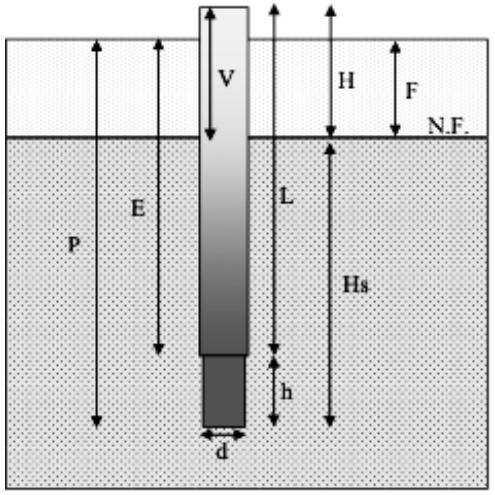
DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.)	Tiempo (s)	litros	Q (cm^3/s)	K (cm/s)	K (m/s)
0	0	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00
1	60	2,60	43,333	9,864E-05	9,864E-07
2	60	2,60	43,333	9,864E-05	9,864E-07
3	60	2,50	41,667	9,485E-05	9,485E-07
4	60	2,20	36,667	8,346E-05	8,346E-07
5	60	2,10	35,000	7,967E-05	7,967E-07
10	300	8,90	29,667	6,753E-05	6,753E-07
20	600	15,80	26,333	5,994E-05	5,994E-07
30	600	14,9	24,833	5,653E-05	5,653E-07
40	600	14,2	23,667	5,387E-05	5,387E-07
V. TOTAL ADMITIDO		65,8			

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = m \frac{Q}{H} \qquad m = \frac{Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{2\pi \cdot h}$$





LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: Sevilla, a 8 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control — DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-40 (6,50-7,00 m) Fecha de la realización: 26/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

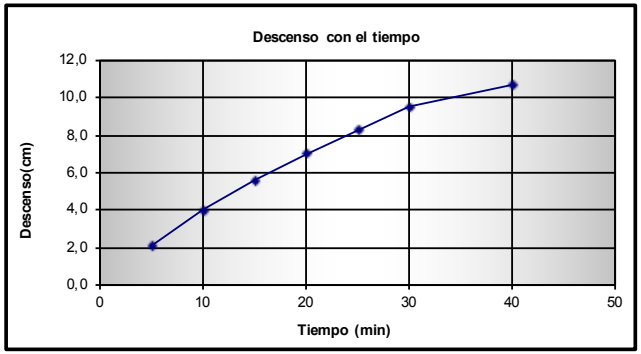
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

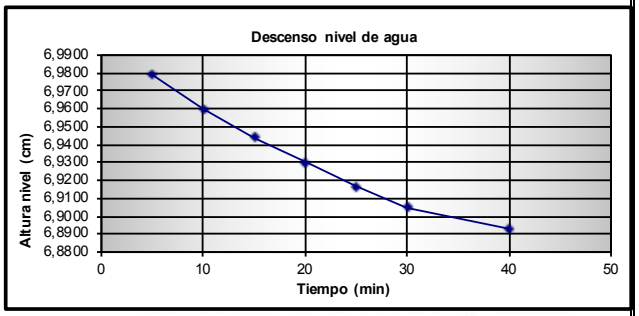
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	7,00	m	700	cm
Fondo entubación (**E**)	6,50	m	650	cm
Longitud perforación (**L**)	7,00	m	700	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			50	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			6,98	cm
Longitud tramo final (**h2**)			6,91	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
5	300	2,1	0,000	6,9790
10	300	4,0	0,000	6,9600
15	300	5,6	0,000	6,9440
20	300	7,0	0,000	6,9300
25	300	8,3	0,000	6,9170
30	300	9,5	0,000	6,9050
40	600	10,7	0,000	6,8930

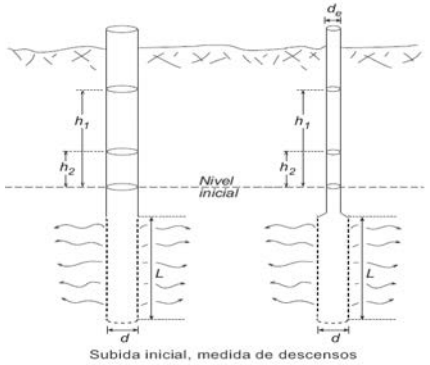




Permeabilidad (K)	2,616E-06	cm/s	2,616E-08	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 8 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO

Sondeo: S40 (10,50-11,50 m)

Calado inicial:

Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Fecha de la realización: 26/04/22

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

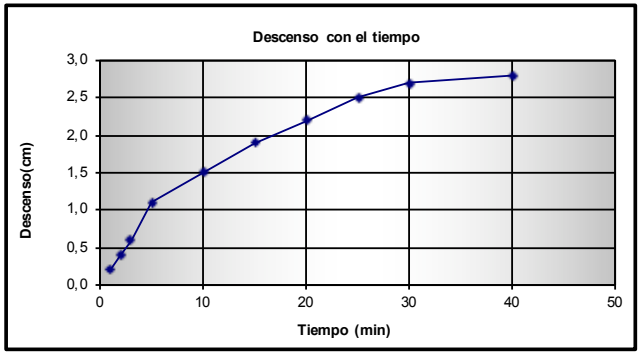
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

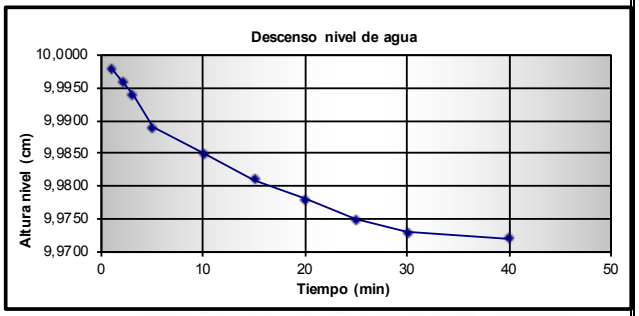
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	12,00	m	1.200	cm
Fondo entubación (**E**)	10,50	m	1.050	cm
Longitud perforación (**L**)	12,00	m	1.200	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			150	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			10,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,98	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,2	0,000	9,9980
2	60	0,4	0,000	9,9960
3	60	0,6	0,000	9,9940
5	120	1,1	0,000	9,9890
10	300	1,5	0,000	9,9850
15	300	1,9	0,000	9,9810
20	300	2,2	0,000	9,9780
25	300	2,5	0,000	9,9750
30	300	2,7	0,000	9,9730
40	600	2,8	0,000	9,9720

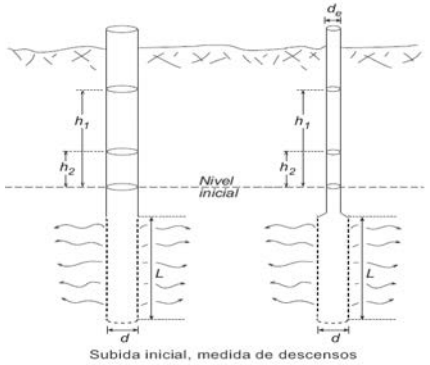




Permeabilidad (K)	2,016E-07	cm/s	2,016E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 8 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.A. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S40 (17,10-18,30 m) Fecha de la realización: 26/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

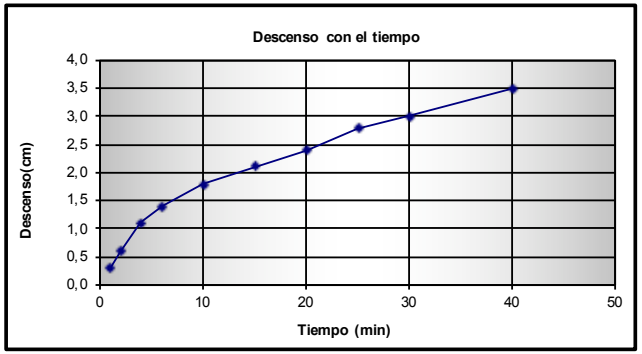
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

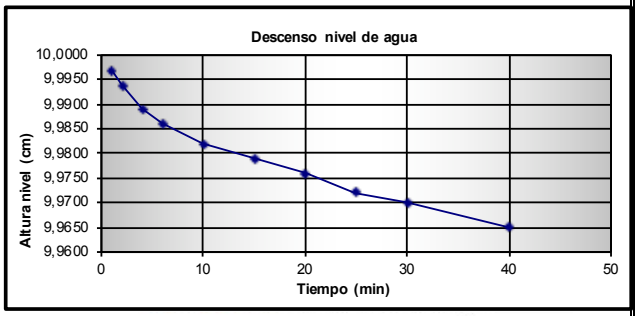
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	18,30	m	1.830	cm
Fondo entubación (**E**)	17,10	m	1.710	cm
Longitud perforación (**L**)	18,30	m	1.830	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			120	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			10,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,98	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,3	0,000	9,9970
2	60	0,6	0,000	9,9940
4	120	1,1	0,000	9,9890
6	120	1,4	0,000	9,9860
10	240	1,8	0,000	9,9820
15	300	2,1	0,000	9,9790
20	300	2,4	0,000	9,9760
25	300	2,8	0,000	9,9720
30	300	3,0	0,000	9,9700
40	600	3,5	0,000	9,9650

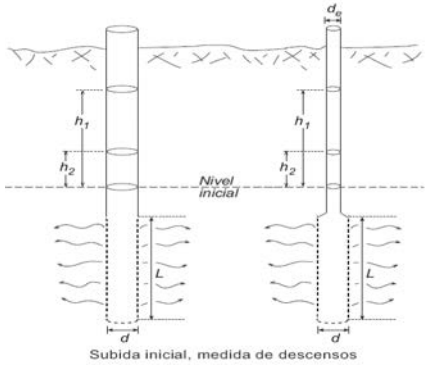




Permeabilidad (K)	2,501E-07	cm/s	2,501E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 8 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S40 (25,50-26,00 m) Fecha de la realización: 26/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

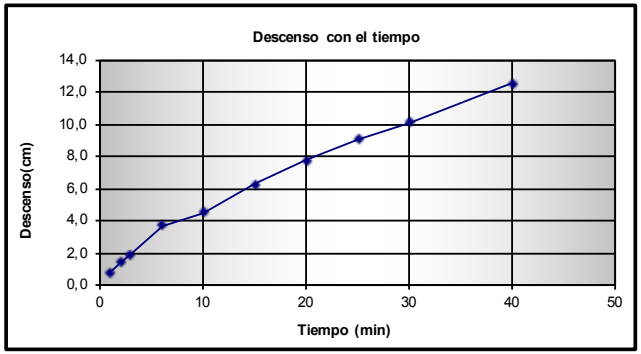
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

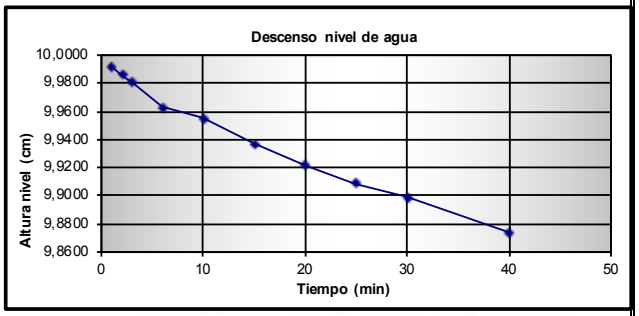
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	26,00	m	2.600	cm
Fondo entubación (**E**)	25,50	m	2.550	cm
Longitud perforación (**L**)	26,00	m	2.600	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			50	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,99	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,94	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,8	0,000	9,9920
2	60	1,4	0,000	9,9860
3	60	1,9	0,000	9,9810
6	180	3,7	0,000	9,9630
10	240	4,5	0,000	9,9550
15	300	6,3	0,000	9,9370
20	300	7,8	0,000	9,9220
25	300	9,1	0,000	9,9090
30	300	10,1	0,000	9,8990
40	600	12,6	0,000	9,8740

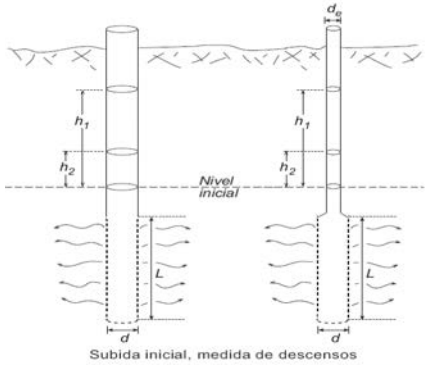




Permeabilidad (K)	1,355E-06	cm/s	1,355E-08	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 8 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S40 (35,00-36,00 m) Fecha de la realización: 26/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

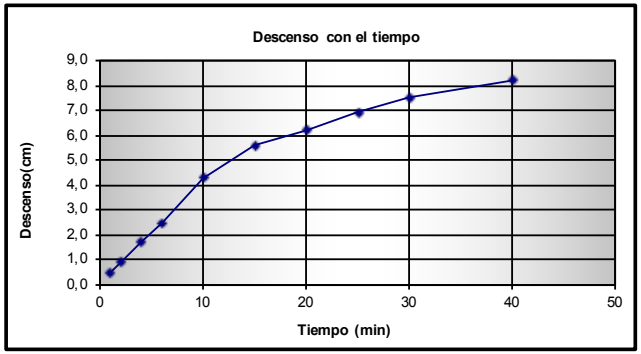
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

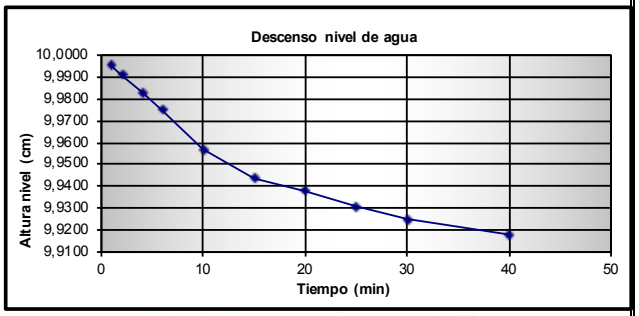
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	36,00	m	3.600	cm
Fondo entubación (**E**)	35,00	m	3.500	cm
Longitud perforación (**L**)	36,00	m	3.600	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			10,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,94	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,5	0,000	9,9950
2	60	0,9	0,000	9,9910
4	120	1,7	0,000	9,9830
6	120	2,5	0,000	9,9750
10	240	4,3	0,000	9,9570
15	300	5,6	0,000	9,9440
20	300	6,2	0,000	9,9380
25	300	6,9	0,000	9,9310
30	300	7,5	0,000	9,9250
40	600	8,2	0,000	9,9180

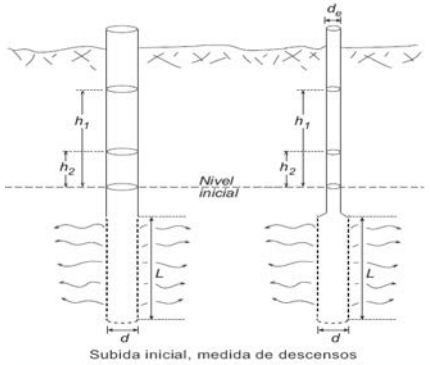




Permeabilidad (K)	8,052E-07	cm/s	8,052E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Sevilla, a 8 de junio de 2022)

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-42 (1,50-2,00 m) Fecha de la realización: 04/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

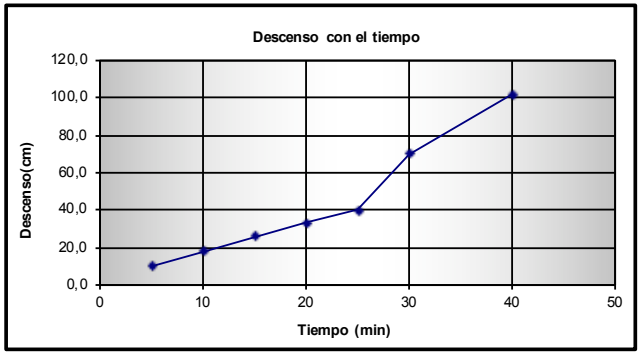
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

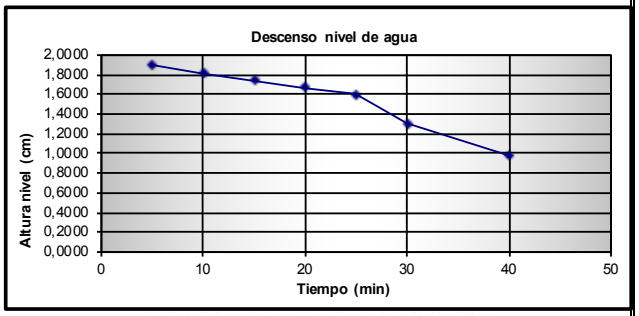
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	2,00	m	200	cm
Fondo entubación (**E**)	1,50	m	150	cm
Longitud perforación (**L**)	2,00	m	200	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			50	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			1,90	cm
Longitud tramo final (**h2**)			1,30	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
5	300	10,0	0,000	1,9000
10	300	18,0	0,000	1,8200
15	300	26,0	0,000	1,7400
20	300	33,0	0,000	1,6700
25	300	40,0	0,000	1,6000
30	300	70,0	0,000	1,3000
40	600	102,0	0,000	0,9800

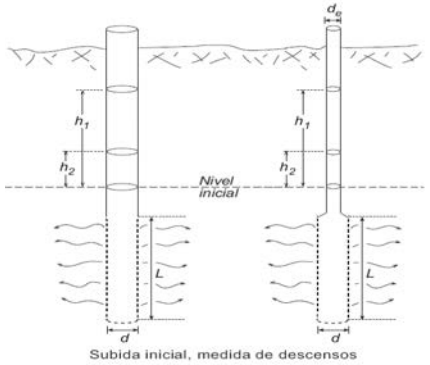




Permeabilidad (K)	9,314E-05	cm/s	9,314E-07	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 8 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA CONSTANTE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓ NUCLEAR S.A.U Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100. CN COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-42 (4,50-5,00) Fecha de la realización: 04/04/22

Calado inicial: 0 m

Sondista: Jose Manuel Díaz

Tipo de sonda: Boart Longyear

Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

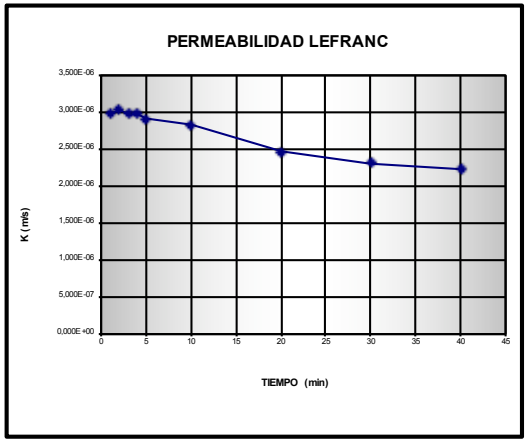
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	5,00	m	500	cm
Fondo entubación (**E**)	4,50	m	450	cm
Longitud revestimiento (**L**)	4,50	m	450	cm
Nivel freático (**F**)	21,00	m	2.100	cm
Diametro perforación (**d**)	86,00	mm	8,6	cm
Volumen admitido (**V**)	159,8	l	159.800	cm^3
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**h**)			50	cm
Longitud tramo saturado (**Hs**)			-1.600	cm
Longitud tramo de llenado (**H**)			2.100	cm
Caudal (Q) =	6,7E-02	l/s	66,5833	cm^3/s
Coeficiente de forma =	7,809E-03	m^{-1}		

Permeabilidad (K) 2,476E-04 cm/s 2,476E-06 m/s

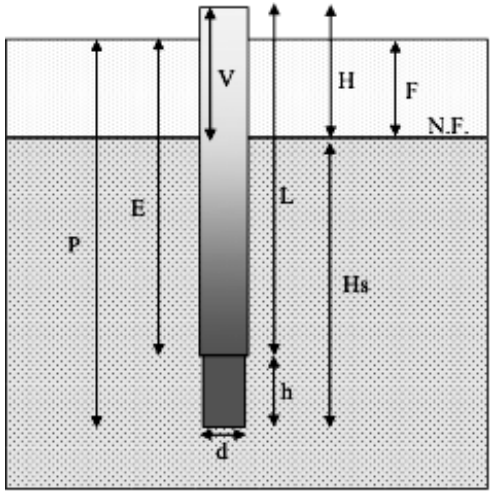
DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.)	Tiempo (s)	litros	Q (cm^3/s)	K (cm/s)	K (m/s)
0	0	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00
1	60	4,80	80,000	2,975E-04	2,975E-06
2	60	4,90	81,667	3,037E-04	3,037E-06
3	60	4,80	80,000	2,975E-04	2,975E-06
4	60	4,80	80,000	2,975E-04	2,975E-06
5	60	4,70	78,333	2,913E-04	2,913E-06
10	300	22,80	76,000	2,826E-04	2,826E-06
20	600	39,80	66,333	2,467E-04	2,467E-06
30	600	37,2	62,000	2,306E-04	2,306E-06
40	600	36,0	60,000	2,231E-04	2,231E-06
V. TOTAL ADMITIDO		159,8			



Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = m \frac{Q}{H} \qquad m = \frac{Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{2\pi \cdot h}$$



LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: Sevilla, a 9 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO

Sondeo: S-42 (9,05-9,80 m)

Calado inicial:

Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Fecha de la realización: 04/04/22

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

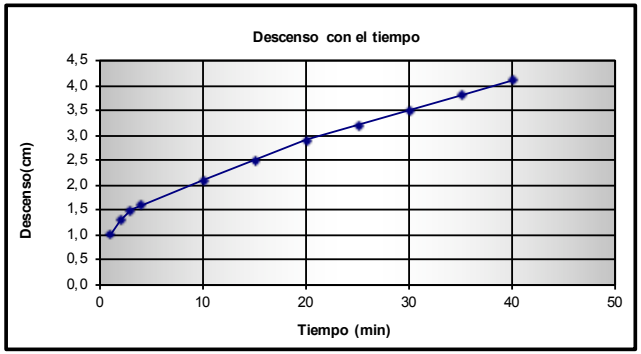
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

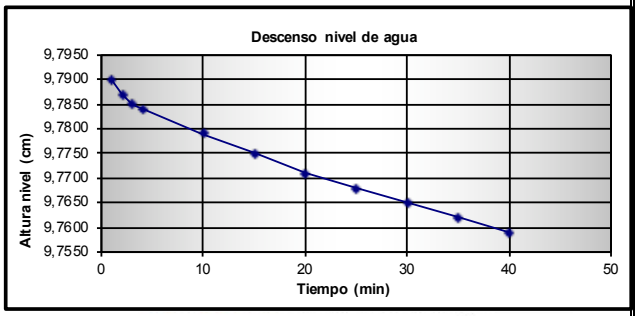
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	9,80	m	980	cm
Fondo entubación (**E**)	9,00	m	900	cm
Longitud perforación (**L**)	9,80	m	980	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			80	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,79	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,78	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	1,0	0,000	9,7900
2	60	1,3	0,000	9,7870
3	60	1,5	0,000	9,7850
4	60	1,6	0,000	9,7840
10	360	2,1	0,000	9,7790
15	300	2,5	0,000	9,7750
20	300	2,9	0,000	9,7710
25	300	3,2	0,000	9,7680
30	300	3,5	0,000	9,7650
35	300	3,8	0,000	9,7620
40	300	4,1		9,7590

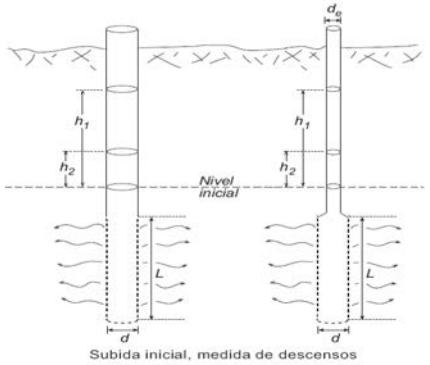




Permeabilidad (K)	2,803E-07	cm/s	2,803E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 9 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-42 (15,00-17,00 m) Fecha de la realización: 04/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

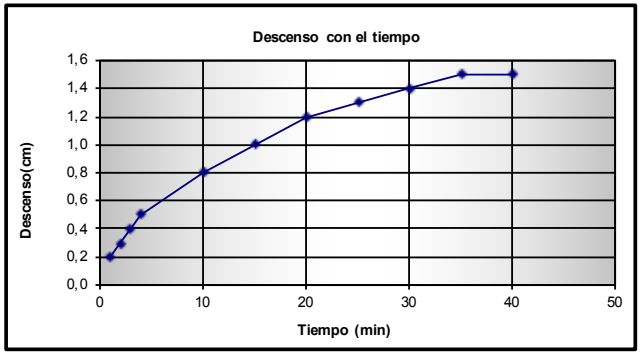
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

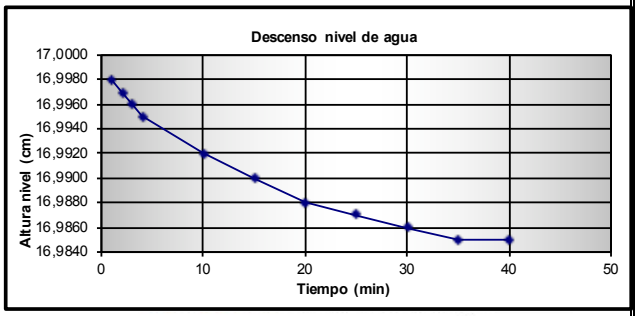
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	17,00	m	1.700	cm
Fondo entubación (**E**)	15,00	m	1.500	cm
Longitud perforación (**L**)	17,00	m	1.700	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			200	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			17,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			16,99	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,2	0,000	16,9980
2	60	0,3	0,000	16,9970
3	60	0,4	0,000	16,9960
4	60	0,5	0,000	16,9950
10	360	0,8	0,000	16,9920
15	300	1,0	0,000	16,9900
20	300	1,2	0,000	16,9880
25	300	1,3	0,000	16,9870
30	300	1,4	0,000	16,9860
35	300	1,5	0,000	16,9850
40	300	1,5		16,9850

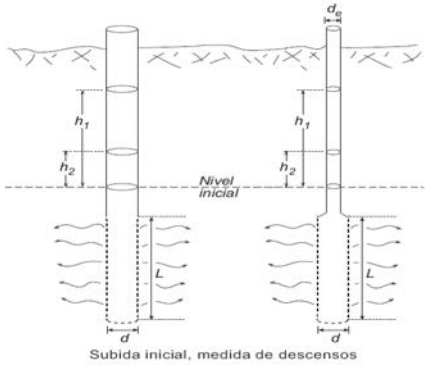




Permeabilidad (K)	4,521E-08	cm/s	4,521E-10	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 9 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-42 (24,00-25,50 m) Fecha de la realización: 04/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

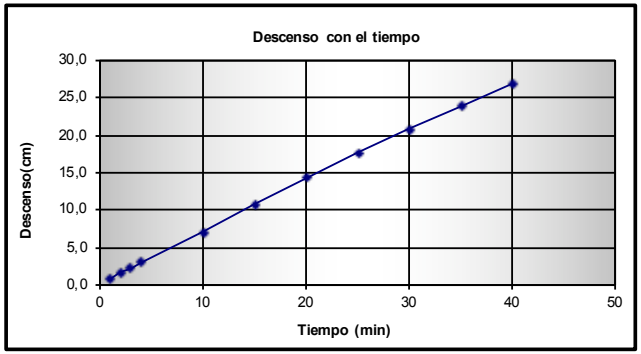
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

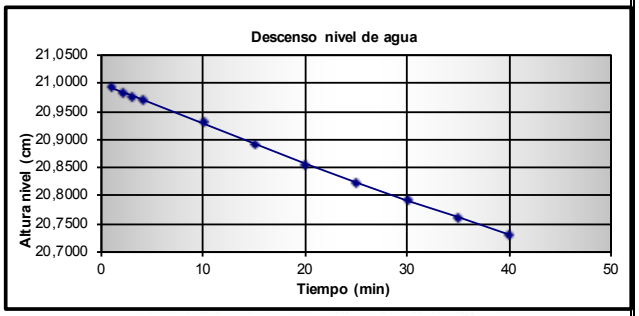
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	25,50	m	2.550	cm
Fondo entubación (**E**)	24,00	m	2.400	cm
Longitud perforación (**L**)	25,50	m	2.550	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			150	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			20,99	cm
Longitud tramo final (**h2**)			20,89	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,8	0,000	20,9920
2	60	1,6	0,000	20,9840
3	60	2,3	0,000	20,9770
4	60	3,0	0,000	20,9700
10	360	7,1	0,000	20,9290
15	300	10,8	0,000	20,8920
20	300	14,3	0,000	20,8570
25	300	17,6	0,000	20,8240
30	300	20,8	0,000	20,7920
35	300	23,9	0,000	20,7610
40	300	26,9	0,000	20,7310

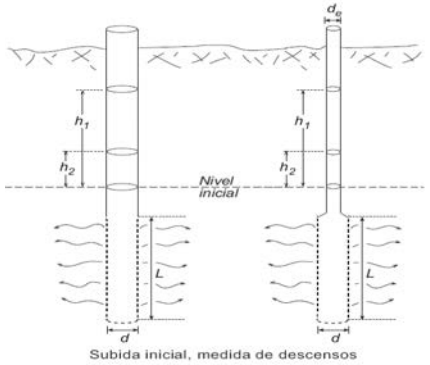




Permeabilidad (K)	5,656E-07	cm/s	5,656E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 9 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.A. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control — DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-42 (33,00-35,00 m) Fecha de la realización: 04/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

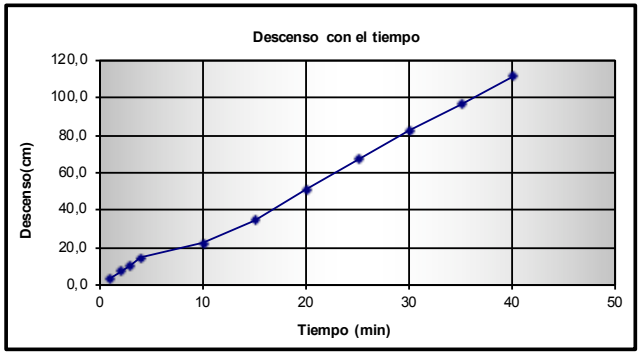
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

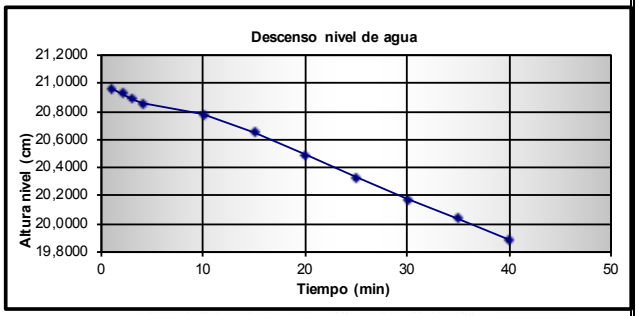
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	35,00	m	3.500	cm
Fondo entubación (**E**)	33,00	m	3.300	cm
Longitud perforación (**L**)	35,00	m	3.500	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			200	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			20,96	cm
Longitud tramo final (**h2**)			20,66	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	3,6	0,000	20,9640
2	60	7,3	0,000	20,9270
3	60	10,8	0,000	20,8920
4	60	14,3	0,000	20,8570
10	360	22,3	0,000	20,7770
15	300	34,5	0,000	20,6550
20	300	51,0	0,000	20,4900
25	300	67,0	0,000	20,3300
30	300	82,2	0,000	20,1780
35	300	96,4	0,000	20,0360
40	300	111,2	0,000	19,8880
				21,0000

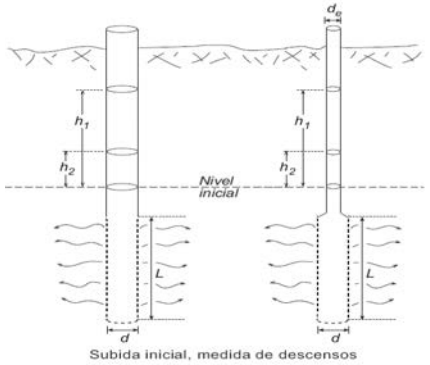




Permeabilidad (K) 1,426E-06 cm/s 1,426E-08 m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 9 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA CONSTANTE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100. CN COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-46 (3,00-3,80 m) Fecha de la realización: 19/04/22

Calado inicial: 0 m

Sondista: Jose Manuel Díaz

Tipo de sonda: TP50/400

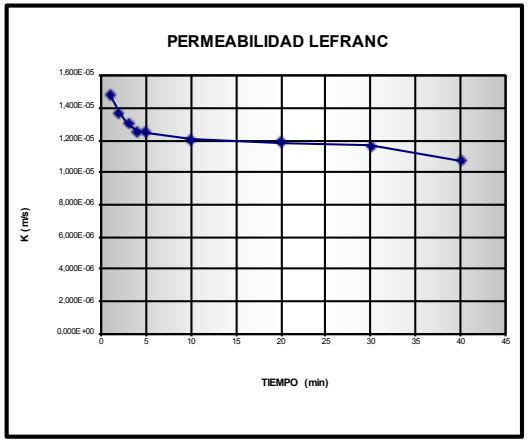
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	3,80	m	380	cm
Fondo entubación (**E**)	3,00	m	300	cm
Longitud revestimiento (**L**)	3,00	m	300	cm
Nivel freático (**F**)	21,00	m	2.100	cm
Diametro perforación (**d**)	86,00	mm	8,6	cm
Volumen admitido (**V**)	1013,8	l	1.013.800	cm^3
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**h**)			80	cm
Longitud tramo saturado (**Hs**)			-1.720	cm
Longitud tramo de llenado (**H**)			2.100	cm
Caudal (Q) =	4,2E-01	l/s	422,4167	cm^3/s
Coeficiente de forma =	5,816E-03	m^{-1}		
Permeabilidad (K)	1,170E-03	cm/s	1,170E-05	m/s

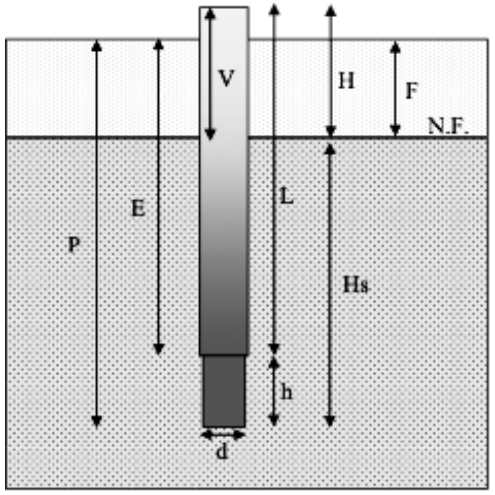
DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.)	Tiempo (s)	litros	Q (cm^3/s)	K (cm/s)	K (m/s)
0	0	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00
1	60	32,00	533,333	1,477E-03	1,477E-05
2	60	29,60	493,333	1,366E-03	1,366E-05
3	60	28,10	468,333	1,297E-03	1,297E-05
4	60	27,10	451,667	1,251E-03	1,251E-05
5	60	27,00	450,000	1,246E-03	1,246E-05
10	300	130,00	433,333	1,200E-03	1,200E-05
20	600	256,00	426,667	1,182E-03	1,182E-05
30	600	252,0	420,000	1,163E-03	1,163E-05
40	600	232,0	386,667	1,071E-03	1,071E-05
V. TOTAL ADMITIDO		1013,8			



Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = m \frac{Q}{H} \qquad m = \frac{Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{2\pi \cdot h}$$



LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: Sevilla, a 14 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA CONSTANTE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100. CN COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO

Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-46 (6,00-6,60 m)

Fecha de la realización: 19/04/22

Calado inicial: 0 m

Sondista: Jose Manuel Díaz

Tipo de sonda: TP50/400

Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	6,90	m	690	cm
Fondo entubación (**E**)	6,00	m	600	cm
Longitud revestimiento (**L**)	6,00	m	600	cm
Nivel freático (**F**)	21,00	m	2.100	cm
Diametro perforación (**d**)	86,00	mm	8,6	cm
Volumen admitido (**V**)	1270,0	l	1.270.000	cm^3
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**h**)			90	cm
Longitud tramo saturado (**Hs**)			-1.410	cm
Longitud tramo de llenado (**H**)			2.100	cm
Caudal (Q) =	5,3E-01	l/s	529,1667	cm^3/s
Coeficiente de forma =	5,378E-03	m^{-1}		

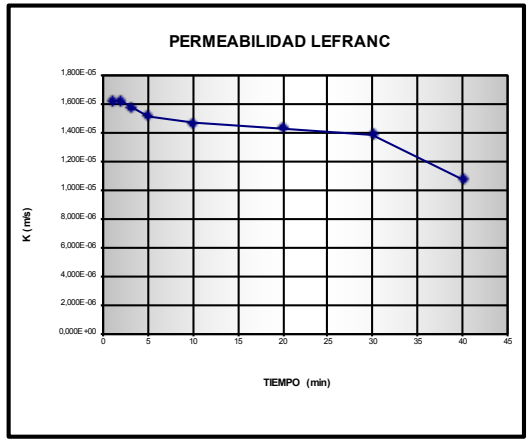
Permeabilidad (K) 1,355E-03 cm/s 1,355E-05 m/s

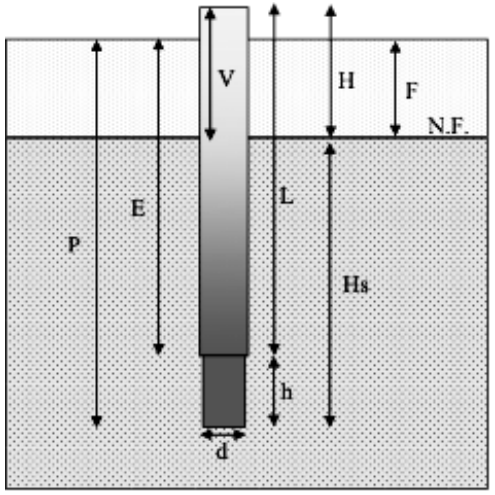
DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.)	Tiempo (s)	litros	Q (cm^3/s)	K (cm/s)	K (m/s)
0	0	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00
1	60	38,00	633,333	1,622E-03	1,622E-05
2	60	38,00	633,333	1,622E-03	1,622E-05
3	60	37,00	616,667	1,579E-03	1,579E-05
5	120	71,00	591,667	1,515E-03	1,515E-05
10	300	172,00	573,333	1,468E-03	1,468E-05
20	600	336,00	560,000	1,434E-03	1,434E-05
30	600	326,00	543,333	1,391E-03	1,391E-05
40	600	252,0	420,000	1,076E-03	1,076E-05
V. TOTAL ADMITIDO		1270,0			

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = m \frac{Q}{H} \qquad m = \frac{Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{2\pi \cdot h}$$





LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: Sevilla, a 14 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-46 (9,00-10,00 m) Fecha de la realización: 19/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

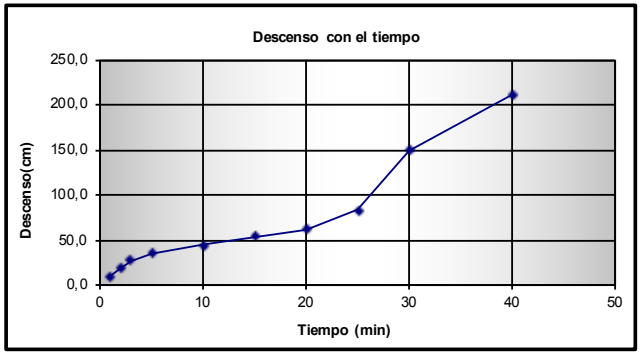
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

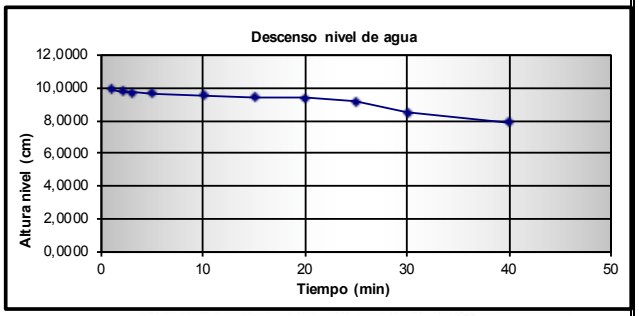
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	10,00	m	1.000	cm
Fondo entubación (**E**)	9,00	m	900	cm
Longitud perforación (**L**)	10,00	m	1.000	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,90	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,46	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	10,0	0,000	9,9000
2	60	19,0	0,000	9,8100
3	60	27,0	0,000	9,7300
5	120	35,0	0,000	9,6500
10	300	45,0	0,000	9,5500
15	300	54,0	0,000	9,4600
20	300	62,0	0,000	9,3800
25	300	84,0	0,000	9,1600
30	300	150,0	0,000	8,5000
40	600	212,0	0,000	7,8800
				10,0000

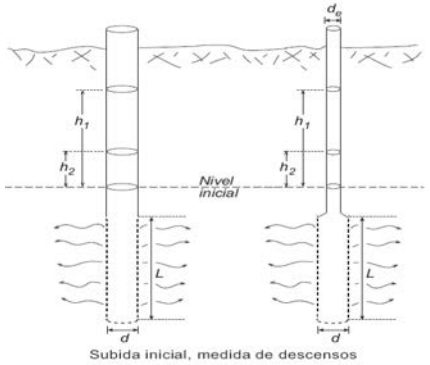




Permeabilidad (K)	7,155E-06	cm/s	7,155E-08	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 14 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control — DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-46 (16,00-17,00 m) Fecha de la realización: 19/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

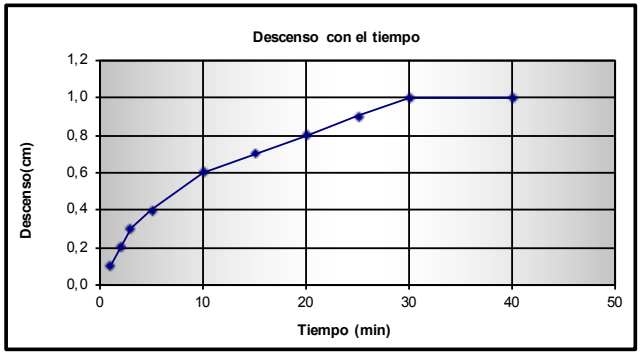
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

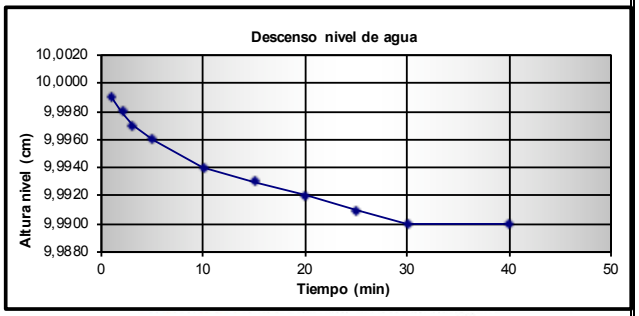
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	17,00	m	1.700	cm
Fondo entubación (**E**)	16,00	m	1.600	cm
Longitud perforación (**L**)	17,00	m	1.700	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			10,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,99	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,1	0,000	9,9990
2	60	0,2	0,000	9,9980
3	60	0,3	0,000	9,9970
5	120	0,4	0,000	9,9960
10	300	0,6	0,000	9,9940
15	300	0,7	0,000	9,9930
20	300	0,8	0,000	9,9920
25	300	0,9	0,000	9,9910
30	300	1,0	0,000	9,9900
40	600	1,0	0,000	9,9900
				10,0000

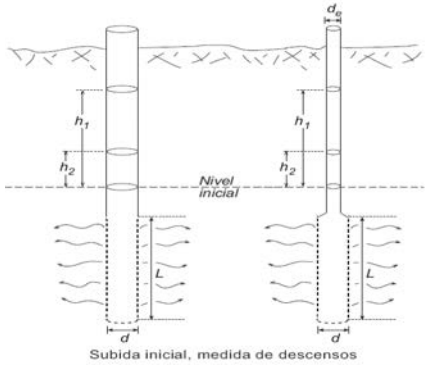




Permeabilidad (K)	9,447E-08	cm/s	9,447E-10	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 14 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-46 (25,00-26,00 m) Fecha de la realización: 19/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

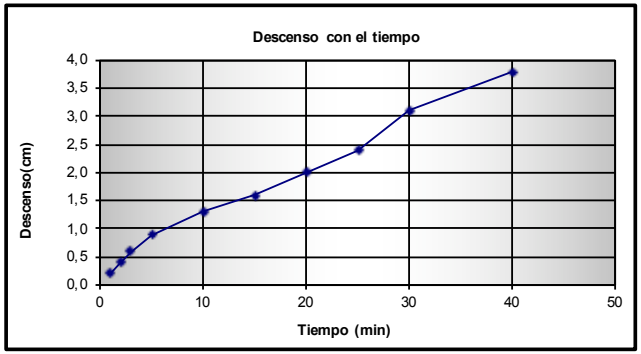
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

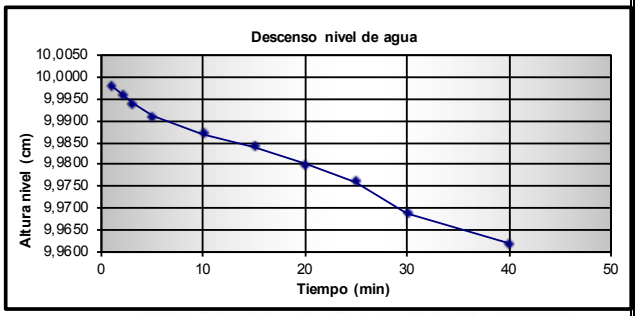
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	26,00	m	2.600	cm
Fondo entubación (**E**)	25,00	m	2.500	cm
Longitud perforación (**L**)	26,00	m	2.600	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			10,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,98	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,2	0,000	9,9980
2	60	0,4	0,000	9,9960
3	60	0,6	0,000	9,9940
5	120	0,9	0,000	9,9910
10	300	1,3	0,000	9,9870
15	300	1,6	0,000	9,9840
20	300	2,0	0,000	9,9800
25	300	2,4	0,000	9,9760
30	300	3,1	0,000	9,9690
40	600	3,8	0,000	9,9620
				10,0000

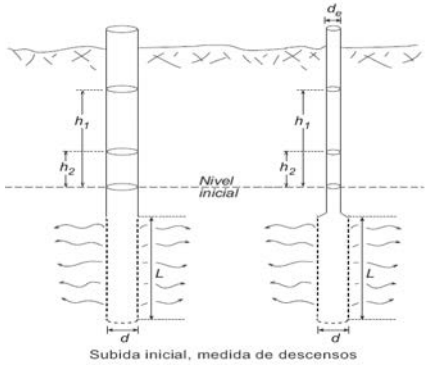




Permeabilidad (K)	2,205E-07	cm/s	2,205E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 14 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.A. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control — DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-46 (34,00-35,00 m) Fecha de la realización: 19/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

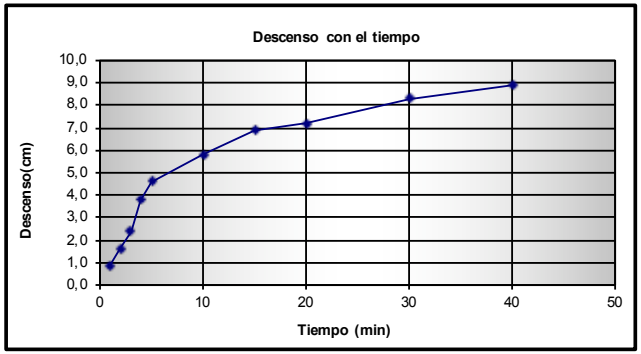
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

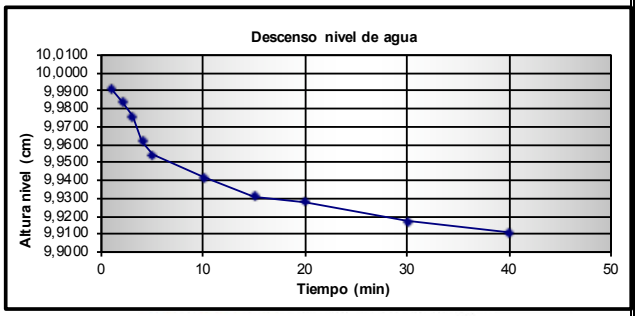
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	35,00	m	3.500	cm
Fondo entubación (**E**)	34,00	m	3.400	cm
Longitud perforación (**L**)	35,00	m	3.500	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,99	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,94	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,9	0,000	9,9910
2	60	1,6	0,000	9,9840
3	60	2,4	0,000	9,9760
4	60	3,8	0,000	9,9620
5	60	4,6	0,000	9,9540
10	300	5,8	0,000	9,9420
15	300	6,9	0,000	9,9310
20	300	7,2	0,000	9,9280
30	600	8,3	0,000	9,9170
40	600	8,9	0,000	9,9110
				10,0000

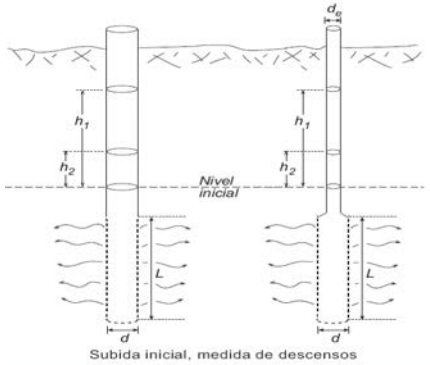




Permeabilidad (K)	7,738E-07	cm/s	7,738E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 14 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA CONSTANTE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100. CN COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-47 (4,00-5,00 m) Fecha de la realización: 28/04/22

Calado inicial: 0 m

Sondista: Jose Manuel Díaz

Tipo de sonda: TP50/400

Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	5,00	m	500	cm
Fondo entubación (**E**)	4,00	m	400	cm
Longitud revestimiento (**L**)	4,00	m	400	cm
Nivel freático (**F**)	21,00	m	2.100	cm
Diametro perforación (**d**)	86,00	mm	8,6	cm
Volumen admitido (**V**)	714,5	l	714.500	cm^3
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**h**)			100	cm
Longitud tramo saturado (**Hs**)			-1.600	cm
Longitud tramo de llenado (**H**)			2.100	cm
Caudal (Q) =	3,0E-01	l/s	297,7083	cm^3/s
Coeficiente de forma =	5,008E-03	m^{-1}		

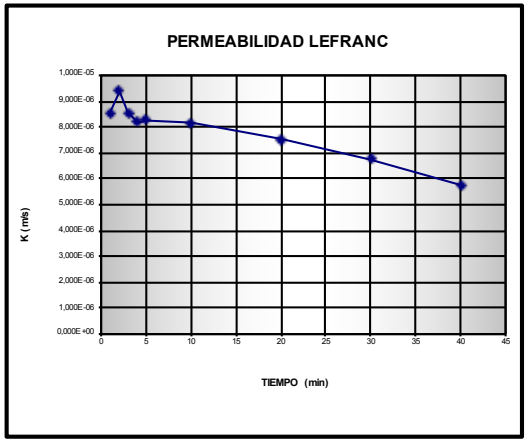
Permeabilidad (K) 7,099E-04 cm/s 7,099E-06 m/s

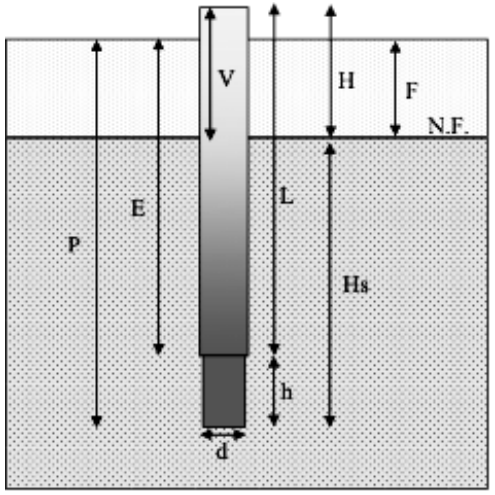
DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.)	Tiempo (s)	litros	Q (cm^3/s)	K (cm/s)	K (m/s)
0	0	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00
1	60	21,50	358,333	8,545E-04	8,545E-06
2	60	23,60	393,333	9,380E-04	9,380E-06
3	60	21,50	358,333	8,545E-04	8,545E-06
4	60	20,60	343,333	8,188E-04	8,188E-06
5	60	20,80	346,667	8,267E-04	8,267E-06
10	300	102,50	341,667	8,148E-04	8,148E-06
20	600	189,00	315,000	7,512E-04	7,512E-06
30	600	170,0	283,333	6,757E-04	6,757E-06
40	600	145,0	241,667	5,763E-04	5,763E-06
V. TOTAL ADMITIDO		714,5			

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = m \frac{Q}{H} \qquad m = \frac{Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{2\pi \cdot h}$$





LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: Sevilla, a 15 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA CONSTANTE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100. CN COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-47 (7,00-8,00 m) Fecha de la realización: 28/04/22

Calado inicial: 0 m

Sondista: Jose Manuel Díaz

Tipo de sonda: TP50/400

Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	8,00	m	800	cm
Fondo entubación (**E**)	7,00	m	700	cm
Longitud revestimiento (**L**)	8,00	m	800	cm
Nivel freático (**F**)	21,00	m	2.100	cm
Diametro perforación (**d**)	86,00	mm	8,6	cm
Volumen admitido (**V**)	331,3	l	331.300	cm^3
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**h**)			100	cm
Longitud tramo saturado (**Hs**)			-1.300	cm
Longitud tramo de llenado (**H**)			2.200	cm
Caudal (Q) =	1,4E-01	l/s	138,0417	cm^3/s
Coeficiente de forma =	5,008E-03	m^{-1}		

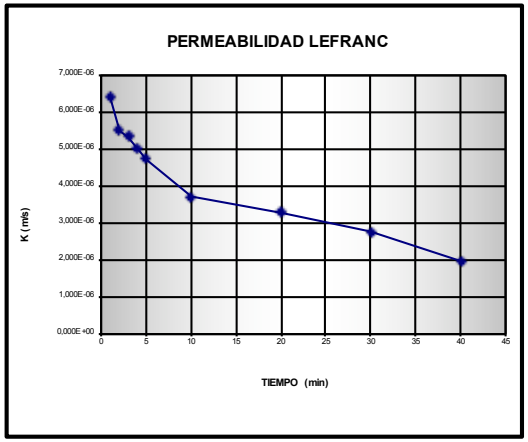
Permeabilidad (K) 3,142E-04 cm/s 3,142E-06 m/s

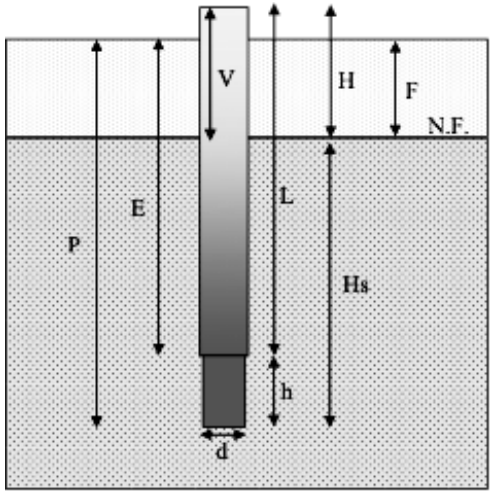
DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.)	Tiempo (s)	litros	Q (cm^3/s)	K (cm/s)	K (m/s)
0	0	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00
1	60	16,90	281,667	6,412E-04	6,412E-06
2	60	14,50	241,667	5,501E-04	5,501E-06
3	60	14,10	235,000	5,349E-04	5,349E-06
4	60	13,20	220,000	5,008E-04	5,008E-06
5	60	12,50	208,333	4,742E-04	4,742E-06
10	300	48,90	163,000	3,710E-04	3,710E-06
20	600	86,60	144,333	3,285E-04	3,285E-06
30	600	72,5	120,833	2,751E-04	2,751E-06
40	600	52,1	86,833	1,977E-04	1,977E-06
V. TOTAL ADMITIDO		331,3			

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = m \frac{Q}{H} \qquad m = \frac{Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{2\pi \cdot h}$$





LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: Sevilla, a 9 de marzo de 2016

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S47 (12,00-13,00 m) Fecha de la realización: 28/03/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

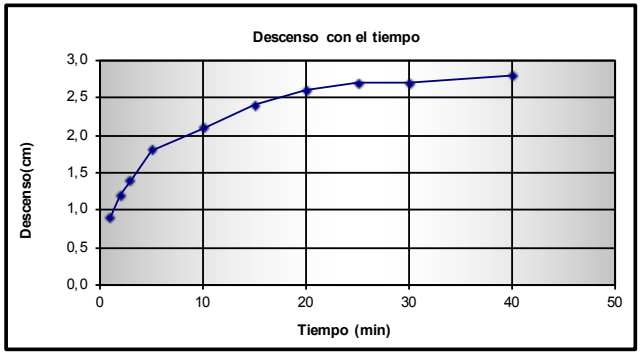
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

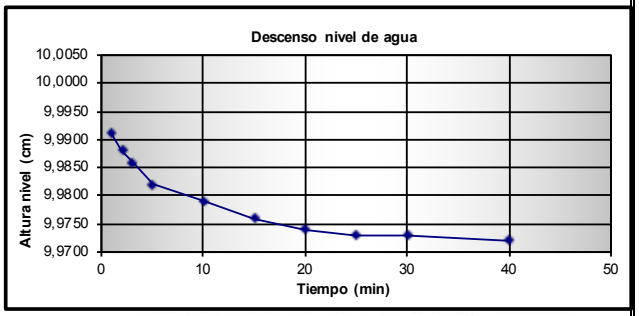
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	13,00	m	1.300	cm
Fondo entubación (**E**)	12,00	m	1.200	cm
Longitud perforación (**L**)	13,00	m	1.300	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,99	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,98	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,9	0,000	9,9910
2	60	1,2	0,000	9,9880
3	60	1,4	0,000	9,9860
5	120	1,8	0,000	9,9820
10	300	2,1	0,000	9,9790
15	300	2,4	0,000	9,9760
20	300	2,6	0,000	9,9740
25	300	2,7	0,000	9,9730
30	300	2,7	0,000	9,9730
40	600	2,8	0,000	9,9720
				10,0000

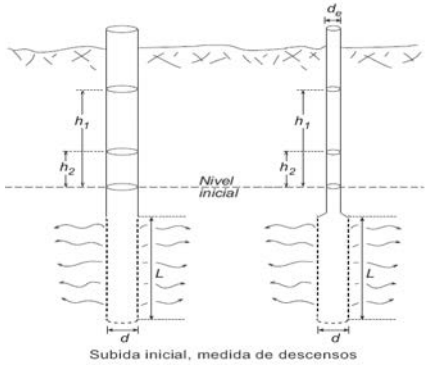




Permeabilidad (K)	2,365E-07	cm/s	2,365E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 15 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2020/60

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO

Sondeo: S47 (16,80-17,80 m)

Calado inicial:

Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Fecha de la realización: 15 de junio d

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

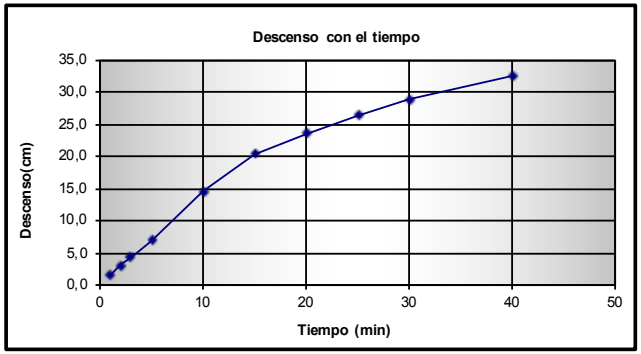
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

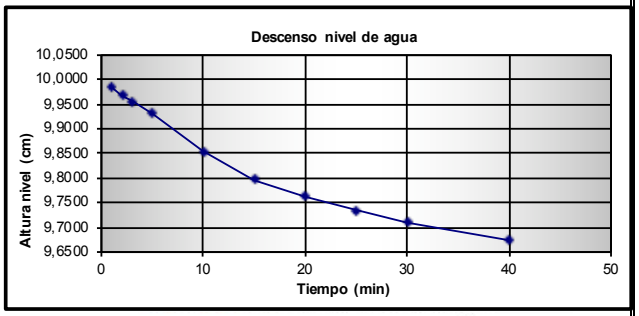
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	17,80	m	1.780	cm
Fondo entubación (**E**)	16,80	m	1.680	cm
Longitud perforación (**L**)	17,80	m	1.780	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,99	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,80	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	1,5	0,000	9,9850
2	60	3,1	0,000	9,9690
3	60	4,4	0,000	9,9560
5	120	6,9	0,000	9,9310
10	300	14,5	0,000	9,8550
15	300	20,4	0,000	9,7960
20	300	23,6	0,000	9,7640
25	300	26,5	0,000	9,7350
30	300	28,9	0,000	9,7110
40	600	32,6	0,000	9,6740
				10,0000

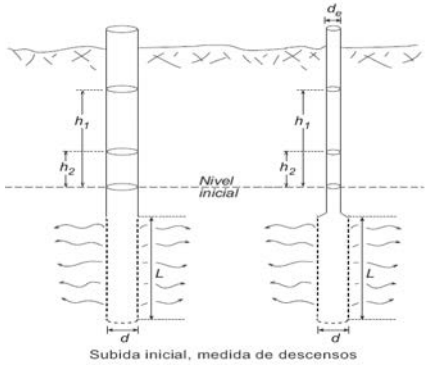




Permeabilidad (K)	3,008E-06	cm/s	3,008E-08	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 15 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-47 (26,00-27,00 m) Fecha de la realización: 28/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

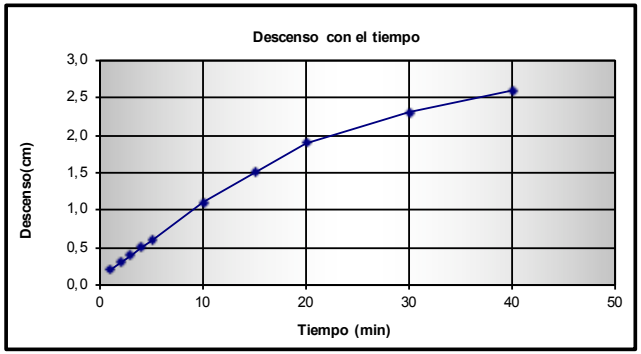
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

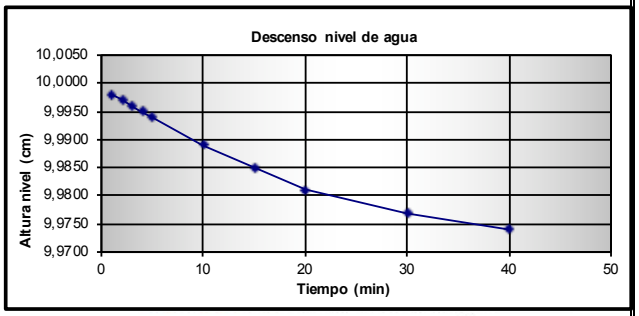
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	27,00	m	2.700	cm
Fondo entubación (**E**)	26,00	m	2.600	cm
Longitud perforación (**L**)	27,00	m	2.700	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			10,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,99	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,2	0,000	9,9980
2	60	0,3	0,000	9,9970
3	60	0,4	0,000	9,9960
4	60	0,5	0,000	9,9950
5	60	0,6	0,000	9,9940
10	300	1,1	0,000	9,9890
15	300	1,5	0,000	9,9850
20	300	1,9	0,000	9,9810
30	600	2,3	0,000	9,9770
40	600	2,6	0,000	9,9740
				10,0000

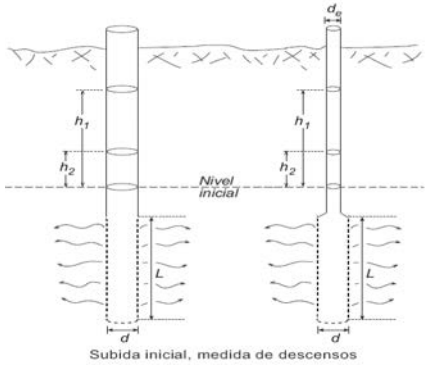




Permeabilidad (K)	1,417E-07	cm/s	1,417E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Sevilla, a 15 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.A. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control — DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-47 (35,00-36,00 m) Fecha de la realización: 28/04/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

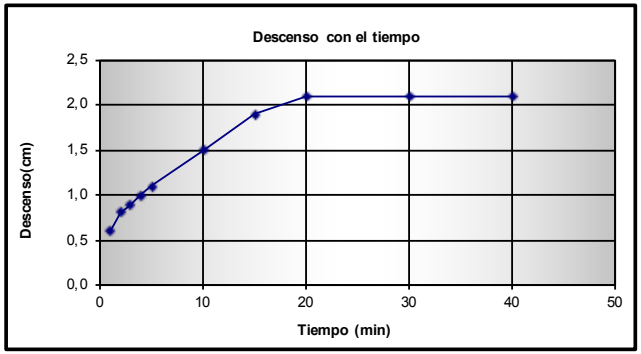
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

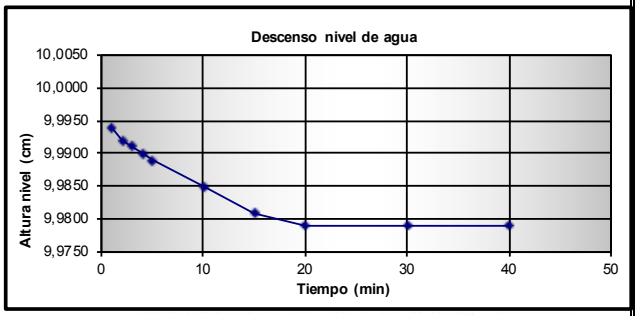
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	36,00	m	3.600	cm
Fondo entubación (**E**)	35,00	m	3.500	cm
Longitud perforación (**L**)	36,00	m	3.600	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,99	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,99	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,6	0,000	9,9940
2	60	0,8	0,000	9,9920
3	60	0,9	0,000	9,9910
4	60	1,0	0,000	9,9900
5	60	1,1	0,000	9,9890
10	300	1,5	0,000	9,9850
15	300	1,9	0,000	9,9810
20	300	2,1	0,000	9,9790
30	600	2,1	0,000	9,9790
40	600	2,1	0,000	9,9790
				10,0000

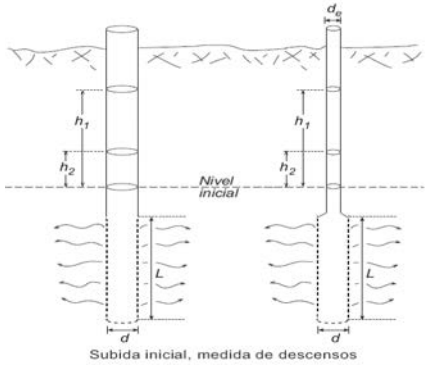




Permeabilidad (K)	1,418E-07	cm/s	1,418E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Sevilla, a 15 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.A. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA CONSTANTE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100. CN COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-48 (1,00-2,00 m) Fecha de la realización: 31/03/22

Calado inicial: 0 m

Sondista: Jose Manuel Díaz

Tipo de sonda: TP50/400

Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	2,00	m	200	cm
Fondo entubación (**E**)	1,00	m	100	cm
Longitud revestimiento (**L**)	1,00	m	100	cm
Nivel freático (**F**)	21,00	m	2.100	cm
Diametro perforación (**d**)	86,00	mm	8,6	cm
Volumen admitido (**V**)	1288,4	l	1.288.400	cm^3
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**h**)			100	cm
Longitud tramo saturado (**Hs**)			-1.900	cm
Longitud tramo de llenado (**H**)			2.100	cm
Caudal (Q) =	5,4E-01	l/s	536,8333	cm^3/s
Coeficiente de forma =	5,008E-03	m^{-1}		

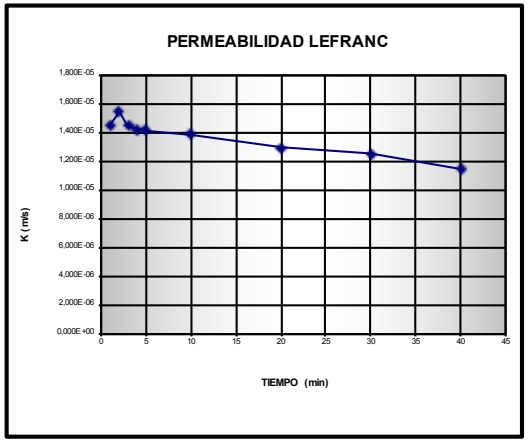
Permeabilidad (K) 1,280E-03 cm/s 1,280E-05 m/s

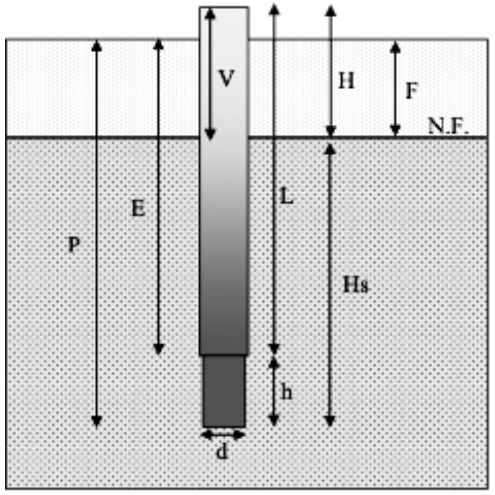
DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.)	Tiempo (s)	litros	Q (cm^3/s)	K (cm/s)	K (m/s)
0	0	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00
1	60	36,60	610,000	1,455E-03	1,455E-05
2	60	38,90	648,333	1,546E-03	1,546E-05
3	60	36,40	606,667	1,447E-03	1,447E-05
4	60	35,80	596,667	1,423E-03	1,423E-05
5	60	35,70	595,000	1,419E-03	1,419E-05
10	300	175,00	583,333	1,391E-03	1,391E-05
20	600	326,00	543,333	1,296E-03	1,296E-05
30	600	315,0	525,000	1,252E-03	1,252E-05
40	600	289,0	481,667	1,149E-03	1,149E-05
V. TOTAL ADMITIDO		1288,4			

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = m \frac{Q}{H} \qquad m = \frac{Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{2\pi \cdot h}$$





LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: Sevilla, a 1 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control — DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-48 (5,00-6,00 m) Fecha de la realización: 31/03/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

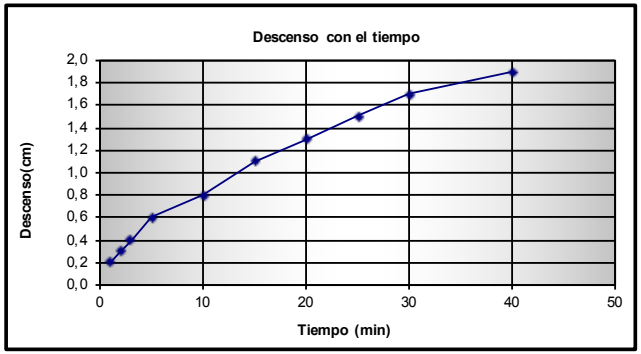
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

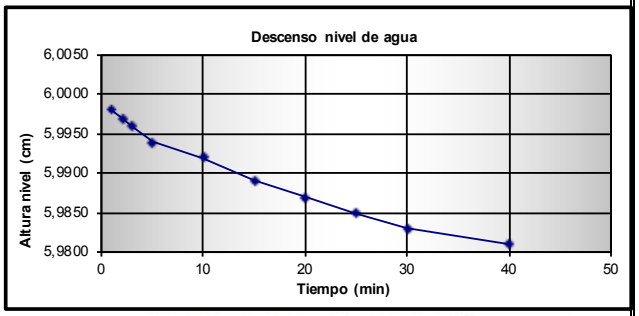
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	6,00	m	600	cm
Fondo entubación (**E**)	5,00	m	500	cm
Longitud perforación (**L**)	6,00	m	600	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			6,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			5,99	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,2	0,000	5,9980
2	60	0,3	0,000	5,9970
3	60	0,4	0,000	5,9960
5	120	0,6	0,000	5,9940
10	300	0,8	0,000	5,9920
15	300	1,1	0,000	5,9890
20	300	1,3	0,000	5,9870
25	300	1,5	0,000	5,9850
30	300	1,7	0,000	5,9830
40	600	1,9	0,000	5,9810
				6,0000

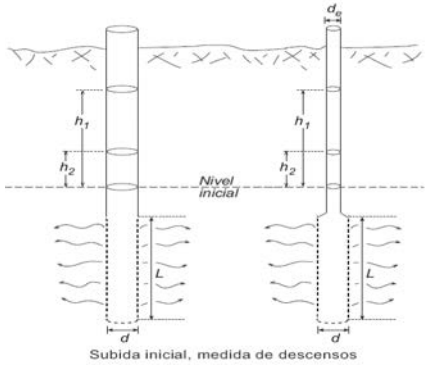




Permeabilidad (K)	2,363E-07	cm/s	2,363E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 1 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-48 (11,00-12,00 m) Fecha de la realización: 31/03/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

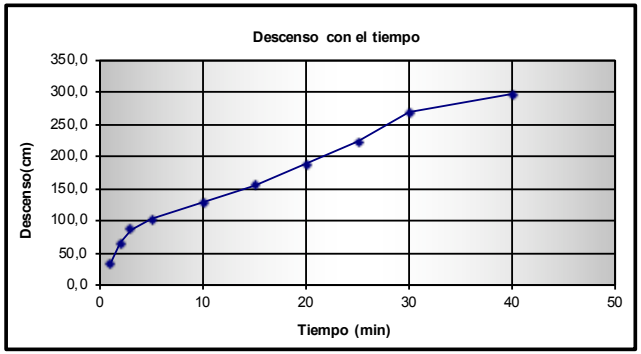
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

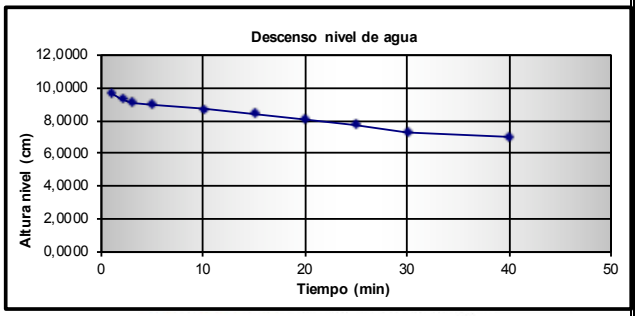
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	12,00	m	1.200	cm
Fondo entubación (**E**)	11,00	m	1.100	cm
Longitud perforación (**L**)	12,00	m	1.200	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_E)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**I**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,67	cm
Longitud tramo final (**h2**)			8,44	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	33,0	0,000	9,6700
2	60	65,0	0,000	9,3500
3	60	87,0	0,000	9,1300
5	120	102,0	0,000	8,9800
10	300	128,0	0,000	8,7200
15	300	156,0	0,000	8,4400
20	300	188,0	0,000	8,1200
25	300	223,0	0,000	7,7700
30	300	269,0	0,000	7,3100
40	600	298,0	0,000	7,0200
				10,0000

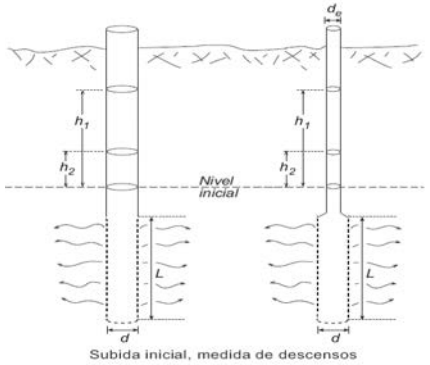




Permeabilidad (K)	2,141E-05	cm/s	2,141E-07	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 1 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-48 (20,00-21,00 m) Fecha de la realización: 31/03/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

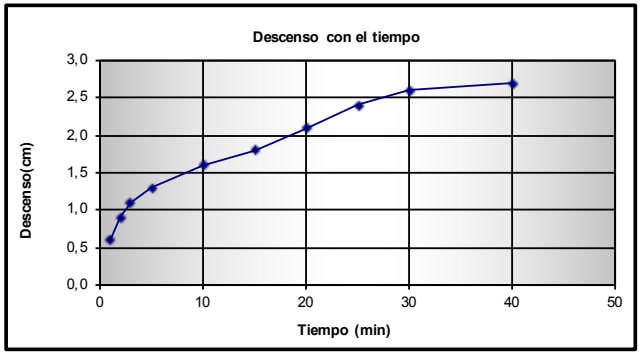
Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

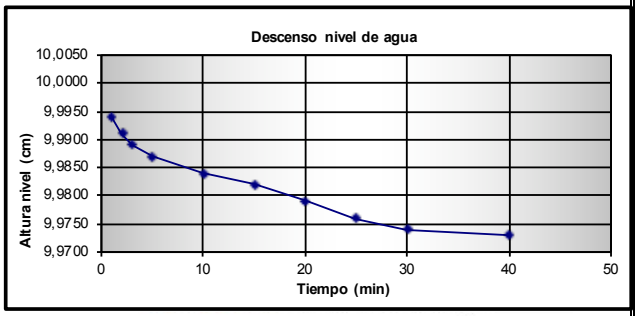
DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	21,00	m	2.100	cm
Fondo entubación (**E**)	20,00	m	2.000	cm
Longitud perforación (**L**)	21,00	m	2.100	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			9,99	cm
Longitud tramo final (**h2**)			9,98	cm

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,6	0,000	9,9940
2	60	0,9	0,000	9,9910
3	60	1,1	0,000	9,9890
5	120	1,3	0,000	9,9870
10	300	1,6	0,000	9,9840
15	300	1,8	0,000	9,9820
20	300	2,1	0,000	9,9790
25	300	2,4	0,000	9,9760
30	300	2,6	0,000	9,9740
40	600	2,7	0,000	9,9730
				10,0000

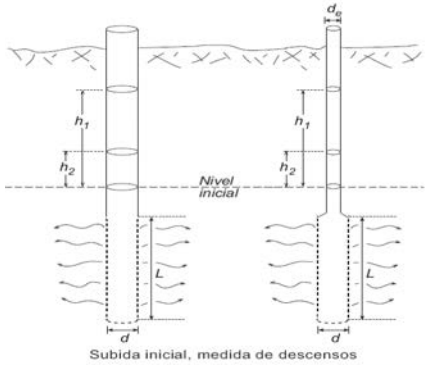




Permeabilidad (K)	1,891E-07	cm/s	1,891E-09	m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$



Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 1 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control — DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 certificado por AENOR con el nº GA-2007/0267(Huelva).
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma OHSAS 18001:2007 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE

DATOS DEL PETICIONARIO

Nombre: IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U

Nº REFERENCIA: GT2022/30

Obra: ATI 100, COFRENTES

DATOS DEL ENSAYO Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

Sondeo: S-48 (29,00-30,00 m) Fecha de la realización: 31/03/22

Calado inicial:

Sondista: Jose Manuel Diaz

Tipo de sonda: TP 50/400

Supervisado por: Tomás Monteagudo (Geólogo)

DATOS DE CAMPO

Fondo perforación (**P**)	30,00	m	3.000	cm
Fondo entubación (**E**)	29,00	m	2.900	cm
Longitud perforación (**L**)	30,00	m	3.000	cm
Nivel freático (**F**)		m		cm
Diámetro tub. revestimiento (d_e)	98,0	mm	9,8	cm
Diametro perforación (**d**)	86,0	mm	8,6	cm
Altura agua sobre terreno (**l**)	0,00	m	0	cm
Tiempo (**t**)	40	min	2.400	s
Longitud del tramo ensayado (**L**)			100	cm
Longitud tramo de llenado (**h1**)			10,00	cm
Longitud tramo final (**h2**)			10,00	cm

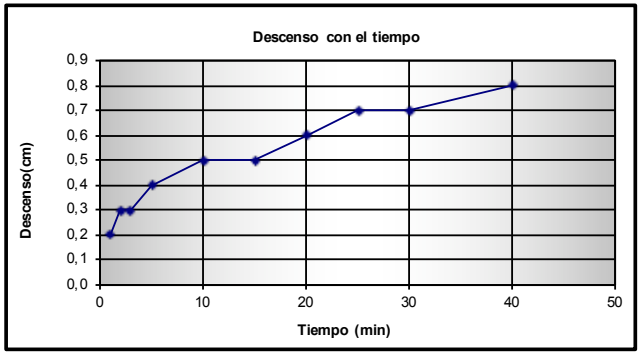
DATOS DEL ENSAYO

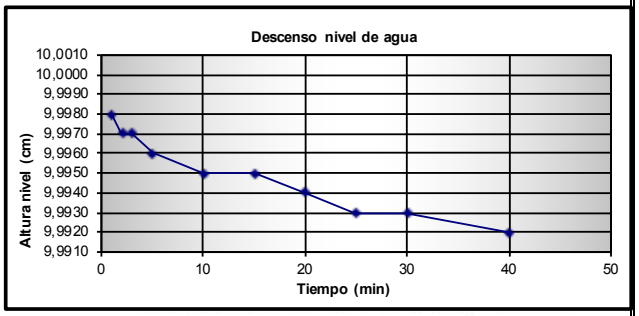
Tiempo		Descenso nivel		
Tiempo (min.)	Intervalo (s)	Acum (cm)	(cm)	Altura nivel (cm)
1	60	0,2	0,000	9,9980
2	60	0,3	0,000	9,9970
3	60	0,3	0,000	9,9970
5	120	0,4	0,000	9,9960
10	300	0,5	0,000	9,9950
15	300	0,5	0,000	9,9950
20	300	0,6	0,000	9,9940
25	300	0,7	0,000	9,9930
30	300	0,7	0,000	9,9930
40	600	0,8	0,000	9,9920
				10,0000

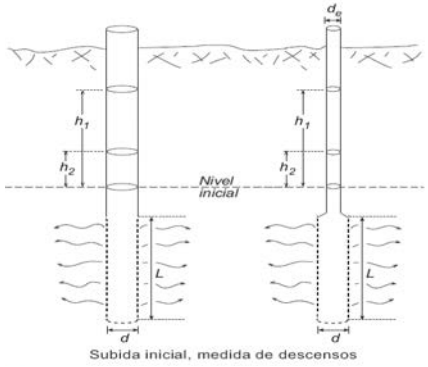
Permeabilidad (K) 4,723E-08 cm/s 4,723E-10 m/s

Jimenez Salas (1981). Para h/d > 4;

$$K = \frac{(d_e)^2 \times Ln\left(\frac{2L}{d}\right)}{8 \times L \times t} \times Ln\frac{h_1}{h_2}$$







Subida inicial, medida de descensos

Sevilla, a 1 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.

Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

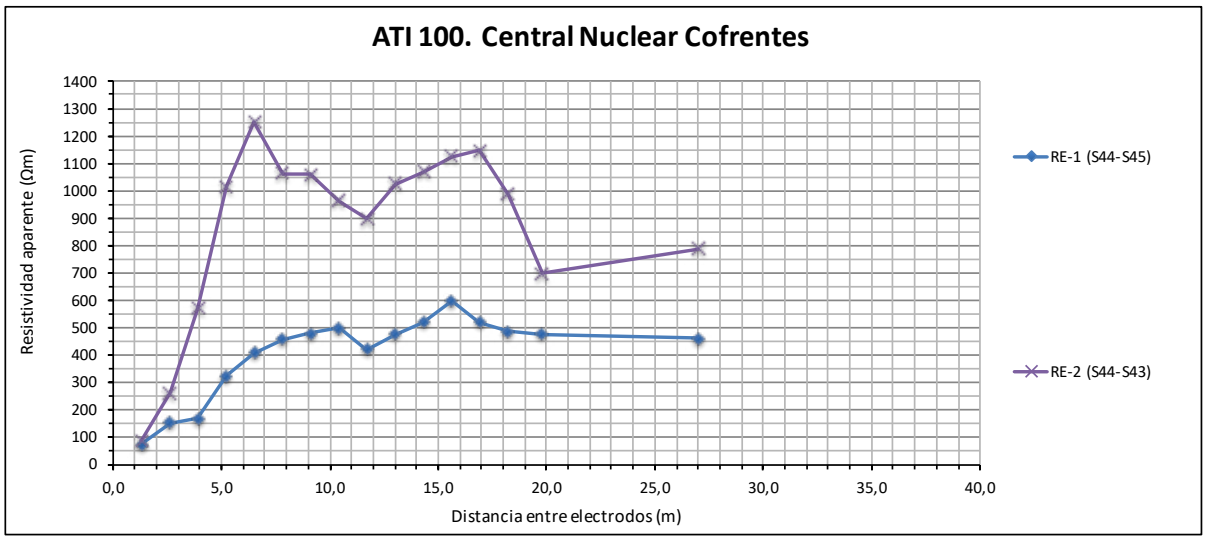
g.Resultados de resistividad eléctrica.

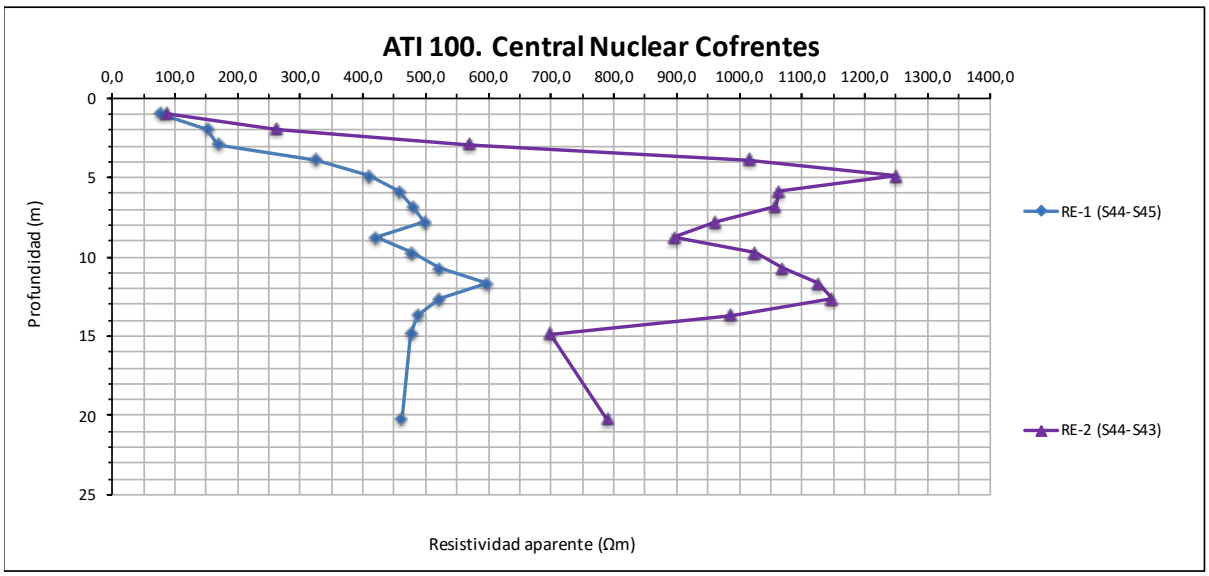
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

LUGAR: Central Nuclear de Cofrentes. ATI 100.
FECHA LECTURAS: Mayo 2022
ESTADO DEL TIEMPO: Soleado
ESTADO DEL TERRENO: Seco

LECTURA Nº		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PERFIL	PARÁMETRO	EQUIDISTANCIA ENTRE PICAS (m) / DISTANCIA TOTAL PICAS EXTREMAS															
		1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,0	14,3	15,6	16,9	18,2	19,8	27,0
		3,9	7,8	11,7	15,6	19,5	23,4	27,3	31,2	35,1	39,0	42,9	46,8	50,7	54,6	59,4	81,0
PROFUNDIDAD APROX (m)		1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,8	7,8	8,8	9,8	10,7	11,7	12,7	13,7	14,9	20,3
RE-1 (S44-S45)	ρ (Ωm)	76,7	153,0	169,0	325,0	410,0	458,0	479,0	498,0	421,0	478,0	521,0	598,0	521,0	487,0	477,0	462,0
	R (Ω)	9,4	18,7	20,7	39,8	50,2	56,1	58,6	61,0	51,5	58,5	63,8	73,2	63,8	59,6	58,4	56,6
RE-2 (S44-S43)	ρ (Ωm)	89,3	263,0	569,0	1015,0	1250,0	1063,0	1058,0	963,0	896,0	1025,0	1069,0	1125,0	1147,0	987,0	698,0	789,0
	R (Ω)	10,9	16,1	23,2	31,1	30,6	21,7	21,6	19,6	18,3	20,9	21,8	23,0	23,4	20,1	14,2	16,1





Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

h.Resultados de resistividad térmica.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO DE RESISTIVIDAD TÉRMICA

N/RF.: GT.2022/30

PETICIONARIO:	Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA :	Central Nuclear de Cofrentes.
PROCEDENCIA:	Sondeo 48
PROFUNDIDAD:	5,70-6,00 m

ENSAYOS DE ESTABILIDAD TÉRMICA DE UNA MUESTRA DE SUELO, ASTM D5334-08

CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

Temperatura de la muestra:	26,8ºC
Sensor para la medida:	sensor TR-3 de 2,4 x 100 mm
Equipo de medida:	METER TEMPO
Humedad:	14,5%
Tipo de material ensayado:	Suelo
Tipo de compactación del ensayo:	Humedad natural y densidad seca

DATOS DEL ENSAYO

Número de ensayo	"R" (K m/W)	"K" (W/mK)
Ensayo 1	0,65	1,5384



Sevilla, a 29 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO DE RESISTIVIDAD TÉRMICA

N/RF.: GT.2022/30

PETICIONARIO:	**Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.**
OBRA :	Central Nuclear de Cofrentes.
PROCEDENCIA:	Sondeo 48
PROFUNDIDAD:	13,70-14,00 m

ENSAYOS DE ESTABILIDAD TÉRMICA DE UNA MUESTRA DE SUELO, ASTM D5334-08

CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

Temperatura de la muestra:	25,0ºC
Sensor para la medida:	sensor TR-3 de 2,4 x 100 mm
Equipo de medida:	METER TEMPO
Humedad:	9,9%
Tipo de material ensayado:	Suelo
Tipo de compactación del ensayo:	Humedad natural y densidad seca

DATOS DEL ENSAYO

Número de ensayo	"R" (K m/W)	"K" (W/mK)
Ensayo 1	0,96	1,0373



Sevilla, a 29 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

ENSAYO DE RESISTIVIDAD TÉRMICA

N/RF.: GT.2022/30

PETICIONARIO:	Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA :	Central Nuclear de Cofrentes.
PROCEDENCIA:	Sondeo 48
PROFUNDIDAD:	26,50-26,90 m

ENSAYOS DE ESTABILIDAD TÉRMICA DE UNA MUESTRA DE SUELO, ASTM D5334-08

CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

Temperatura de la muestra:	24,7ºC
Sensor para la medida:	sensor TR-3 de 2,4 x 100 mm
Equipo de medida:	METER TEMPO
Humedad:	9,9%
Tipo de material ensayado:	Suelo
Tipo de compactación del ensayo:	Humedad natural y densidad seca

DATOS DEL ENSAYO

Número de ensayo	"R" (K m/W)	"K" (W/mK)
Ensayo 1	0,91	1,0953



Sevilla, a 29 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

i.Resultados de los ensayos de laboratorio.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 40 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 3,00-3,54 m

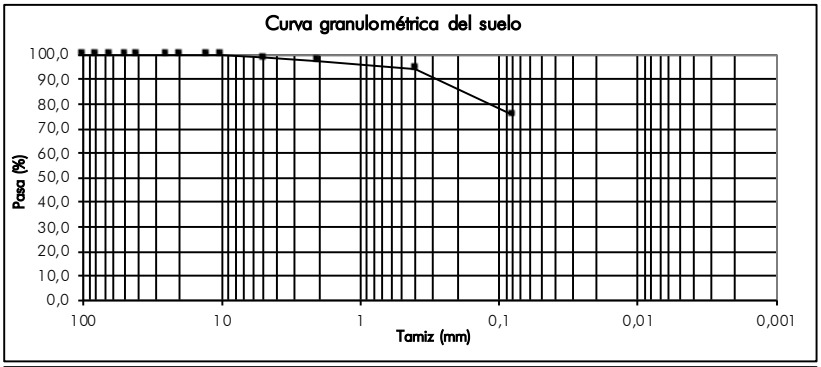
Granulometría : (UNE-103101)

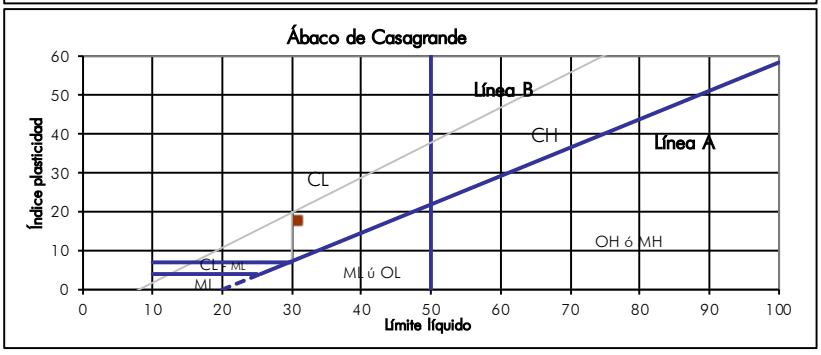
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,9
2	97,6
0,4	94,5
0,080	75,6
Arenas (%):	23,3
Gravas (%):	1,1
Finos (%)	75,6

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	31,2
Límite plastico LP (%)	13,8
Índice plasticidad IP (%)	17,4
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,02 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	12,8%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,27 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab.Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Ángel Luis Martín García
Responsable ensayos químicos
Ldo. en CC. Químicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 40 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 9,00-9,40 m

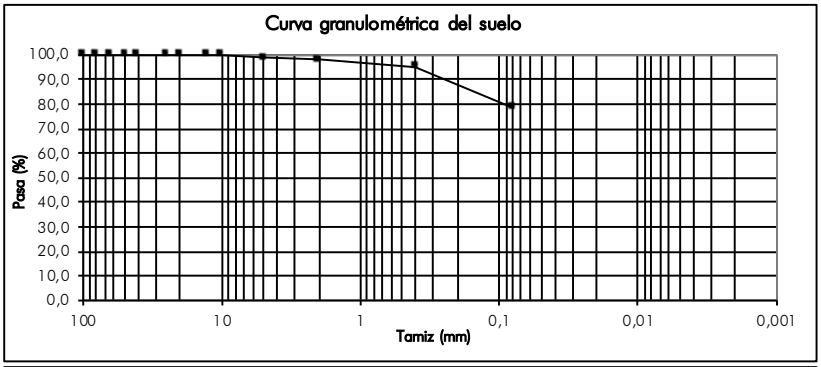
Granulometría : (UNE-103101)

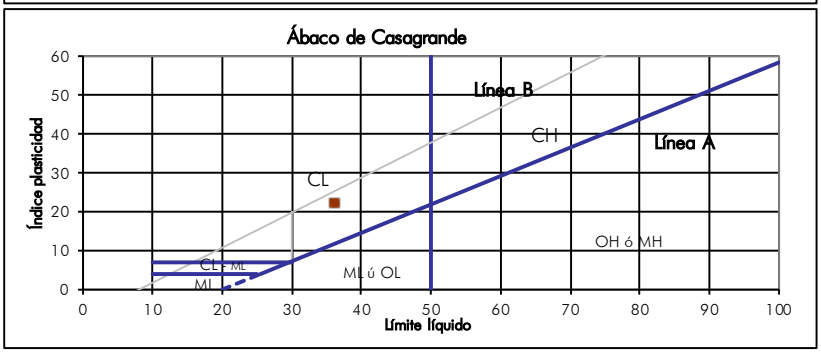
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,9
2	97,9
0,4	95,1
0,080	78,5
Arenas (%):	20,4
Gravas (%):	1,1
Finos (%)	78,5

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	36,5
Límite plastico LP (%)	14,8
Índice plasticidad IP (%)	21,7
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,60 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,81 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	13,6%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,05 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Procedencia: Sondeo 40 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 15,90-16,45 m

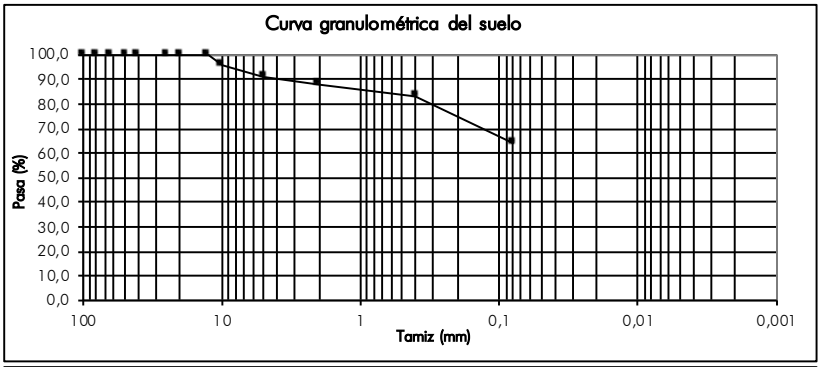
Granulometría : (UNE-103101)

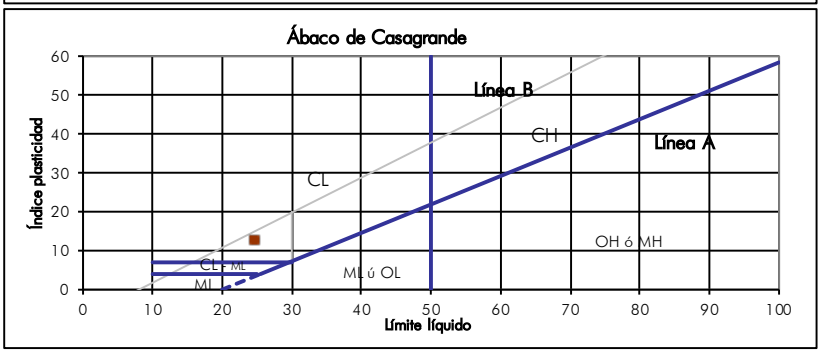
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	96,1
5	91,2
2	88,3
0,4	83,6
0,080	64,2
Arenas (%):	27,1
Gravas (%):	8,8
Finos (%)	64,2

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	25,0
Límite plastico LP (%)	12,7
Índice plasticidad IP (%)	12,3
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,59 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,21 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	8,4%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,40 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).
Clasificación SUCS: Grava mal graduada con limo con arena GP GM
Procedencia: Sondeo 40 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 21,50-21,75 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	78,3
10	50,3
5	29,9
2	20,3
0,4	20,0
0,080	6,0
Arenas (%):	23,9
Gravas (%):	70,1
Finos (%)	6,0
D60:	11,00
D30:	5,03
D10:	0,17
Cu:	64,24
Cc:	13,42

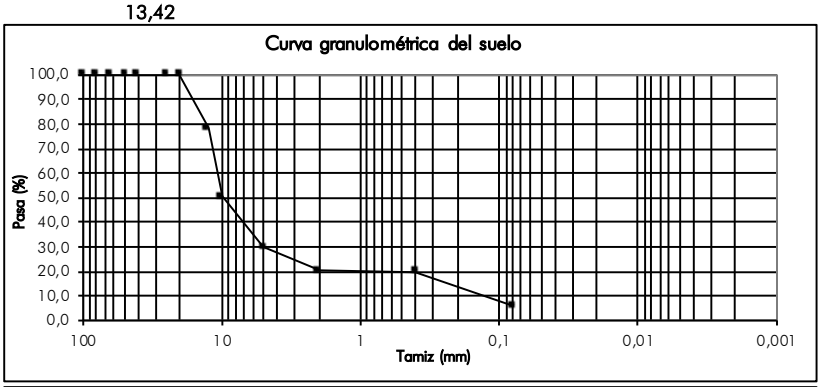
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

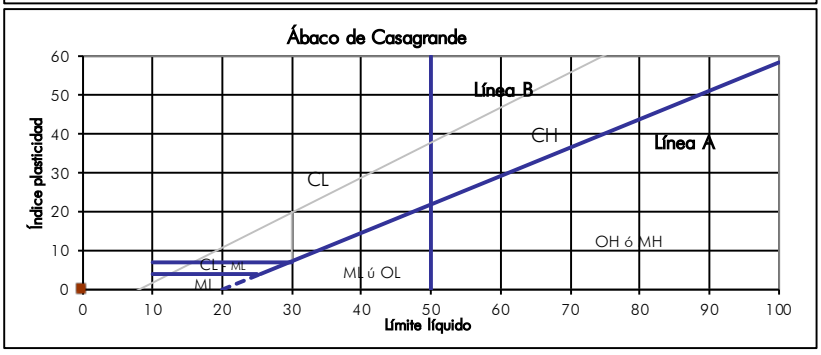
Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully,(EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,65 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,47 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	3,7%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,56 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

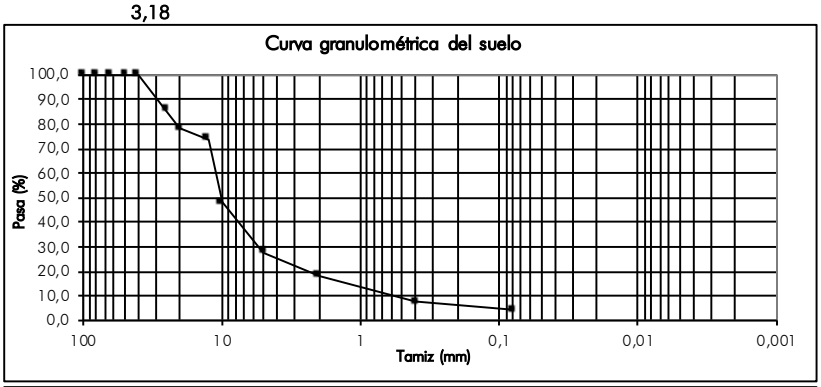
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Clasificación SUCS: Grava mal graduada con arena GP
Procedencia: Sondeo 40 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 28,10-28,50 m

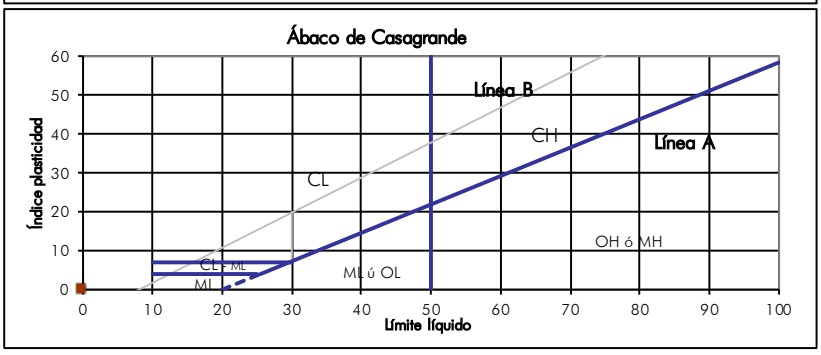
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	85,9
20	78,3
12,5	74,0
10	47,9
5	28,0
2	18,4
0,4	7,5
0,080	4,4
Arenas (%):	23,6
Gravas (%):	72,0
Finos (%)	4,4
D60:	**12,51**
D30:	**5,51**
D10:	**0,76**
Cu:	**16,38**
Cc:	**3,18**

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,69 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,38 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	4,5%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,48 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

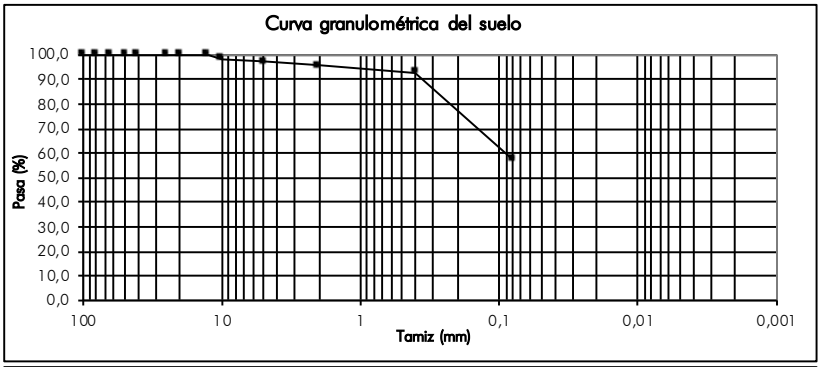
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla limosa arenosa CL-ML
Procedencia: Sondeo 40 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 33,90-34,20 m

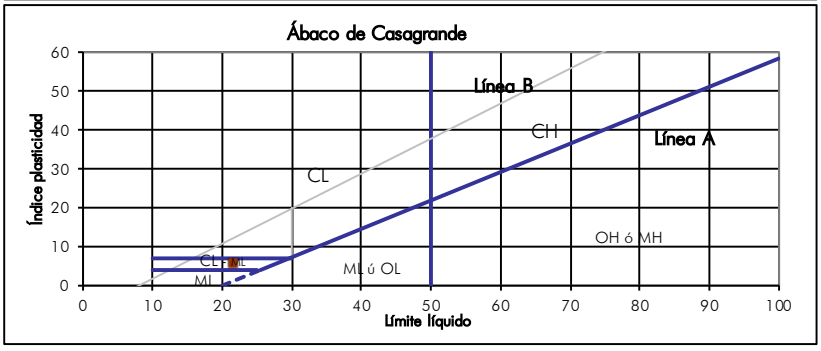
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	98,6
5	97,3
2	95,8
0,4	92,8
0,080	57,4
Arenas (%):	39,9
Gravas (%):	2,7
Finos (%)	57,4
D60:	**0,10**
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	21,8
Límite plastico LP (%)	16,3
Índice plasticidad IP (%)	5,5
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,62 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,95 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	13,3%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,21 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad arenosa CL
Procedencia: Sondeo 41 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 7,80-8,21 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,5
2	97,4
0,4	91,3
0,080	66,5

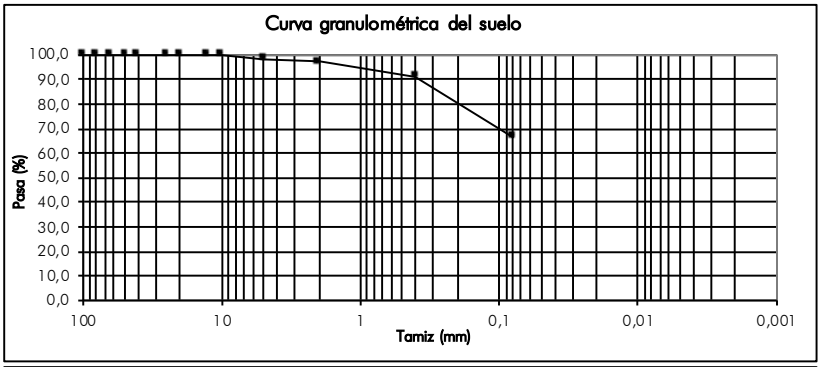
Arenas (%):	31,9
Gravas (%):	1,5
Finos (%)	66,5

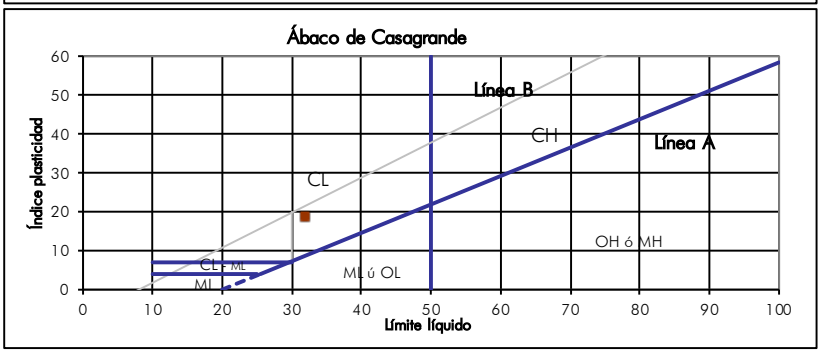
D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	32,3
Límite plastico LP (%)	14,1
Índice plasticidad IP (%)	18,2
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	No contiene
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	9,8 ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,63 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,76 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	15,2%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,03 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Procedencia: Sondeo 41 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 11,80-12,15 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	99,4
5	97,2
2	95,9
0,4	93,5
0,080	65,9

Arenas (%):	31,4
Gravas (%):	2,8
Finos (%)	65,9

D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

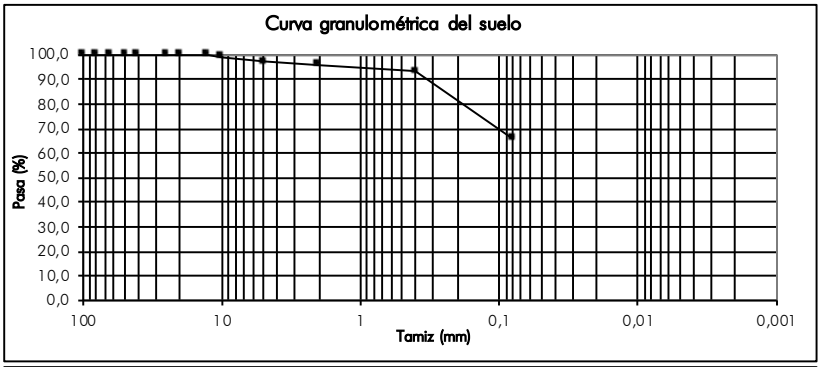
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

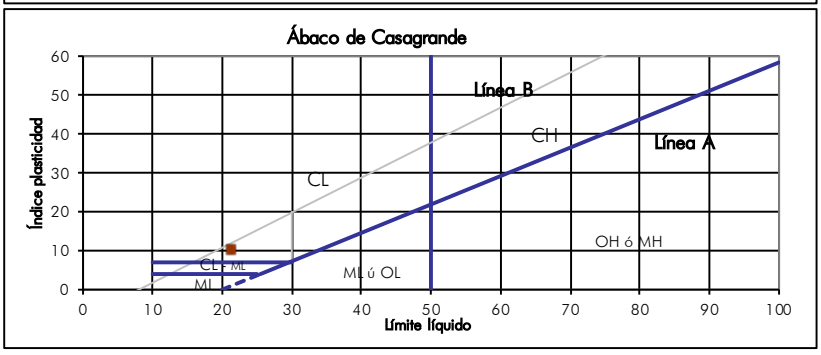
Límite líquido LL (%)	21,5
Límite plastico LP (%)	11,9
Índice plasticidad IP (%)	9,6

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,78 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,93 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	13,2%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,18 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 41 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 16,50-16,80 m

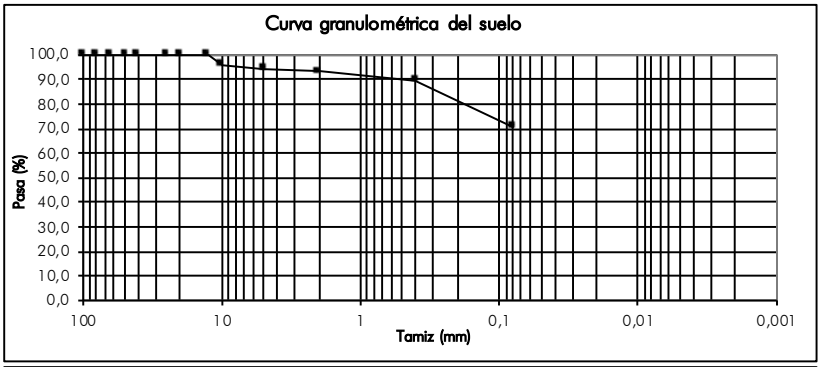
Granulometría : (UNE-103101)

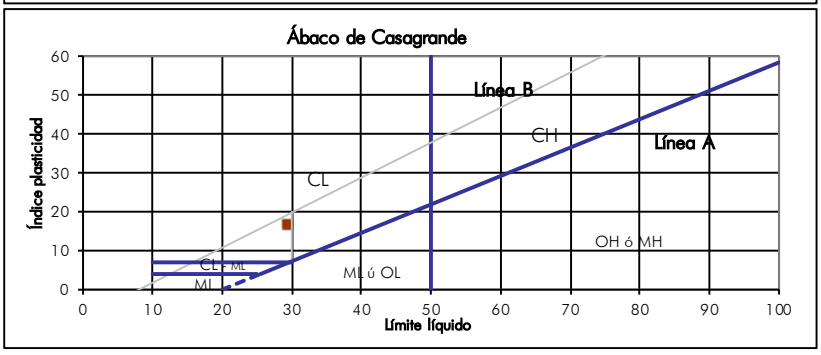
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	96,0
5	94,5
2	93,4
0,4	89,8
0,080	70,7
Arenas (%):	23,8
Gravas (%):	5,5
Finos (%)	70,7

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	29,8
Límite plastico LP (%)	13,3
Índice plasticidad IP (%)	16,5
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,12 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	9,9%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,33 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

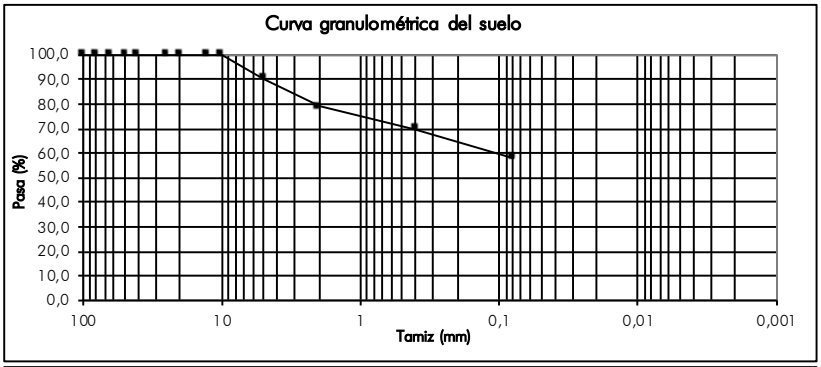
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Procedencia: Sondeo 42 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 14,60-15,00 m

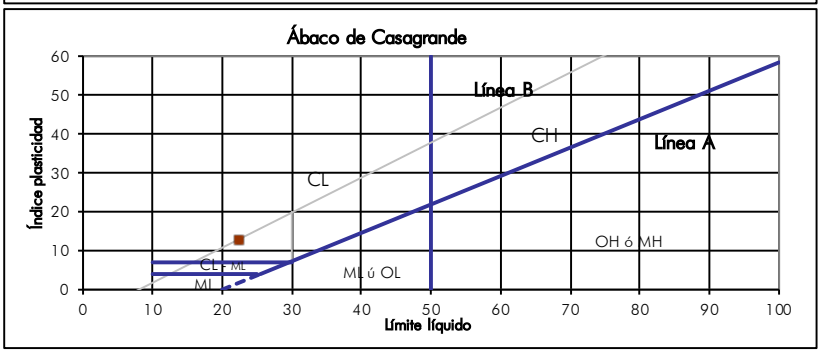
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	90,7
2	79,1
0,4	70,1
0,080	58,0
Arenas (%):	32,6
Gravas (%):	9,3
Finos (%)	58,0
D60:	**0,13**
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	22,8
Límite plastico LP (%)	10,5
Índice plasticidad IP (%)	12,3
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,67 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,23 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	8,1%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,41 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

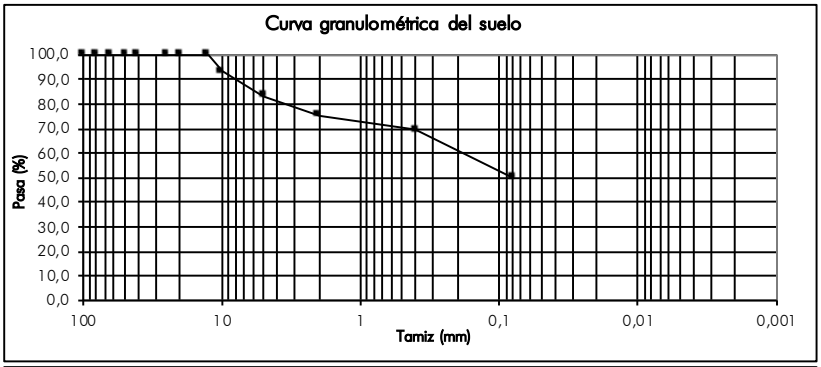
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Procedencia: Sondeo 42 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 17,15-17,40 m

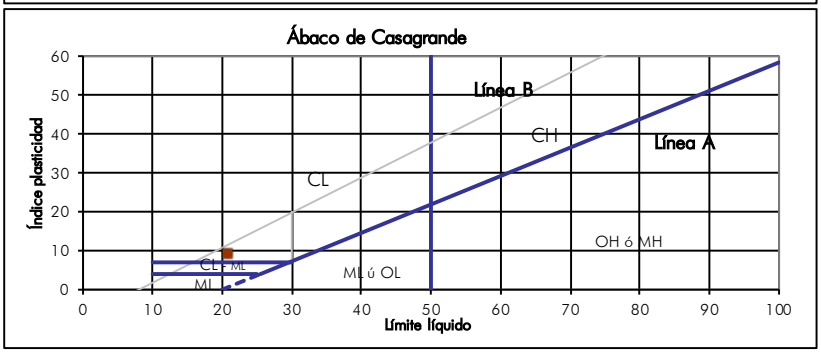
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	93,3
5	83,3
2	75,4
0,4	69,3
0,080	50,0
Arenas (%):	33,3
Gravas (%):	16,7
Finos (%)	50,0
D60:	**0,25**
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	20,9
Límite plastico LP (%)	11,9
Índice plasticidad IP (%)	9,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,61 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,13 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	9,7%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,34 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Grava limosa con arena GM
Procedencia: Sondeo 42 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 24,60-25,00 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	78,9
10	60,3
5	37,5
2	22,9
0,4	21,9
0,080	21,6
Arenas (%):	15,9
Gravas (%):	62,5
Finos (%)	21,6
D60:	9,93
D30:	3,46
D10:	
Cu:	
Cc:	

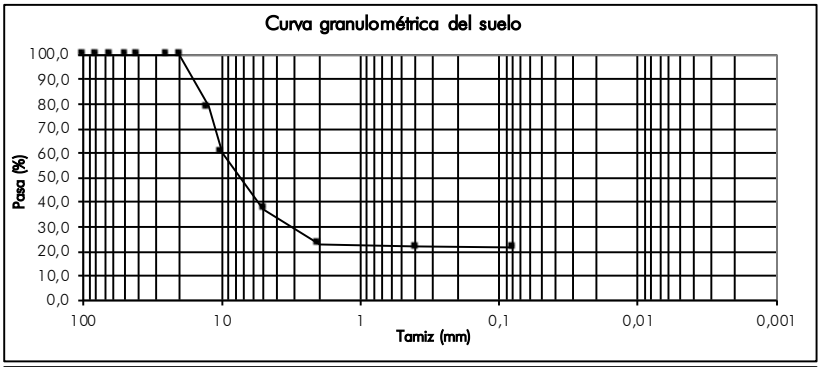
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

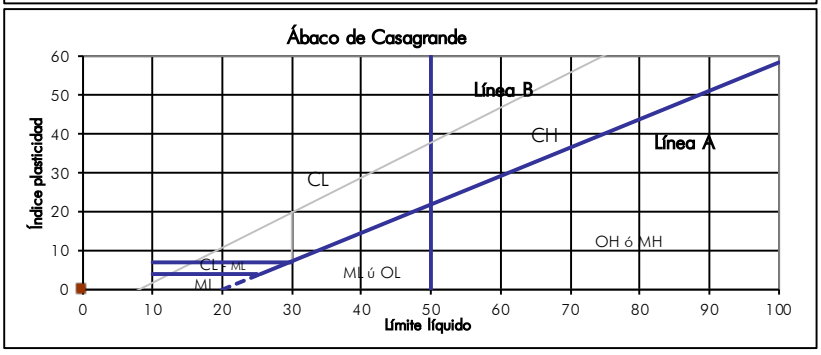
Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,53 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	3,4%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,62 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

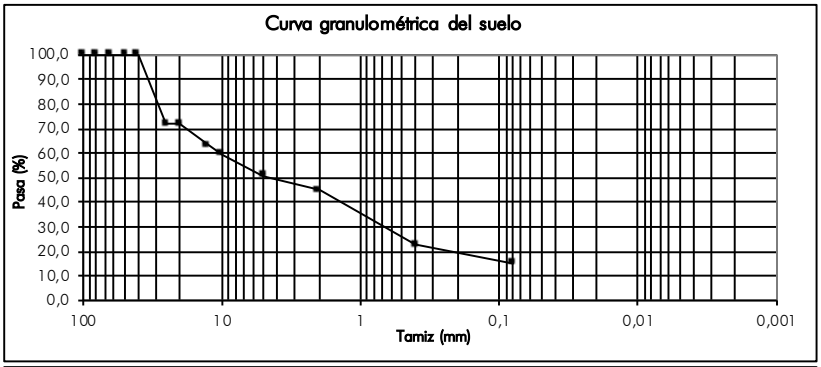
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Grava limosa con arena GM
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** MA **Profundidad:** 7,50-7,80 m

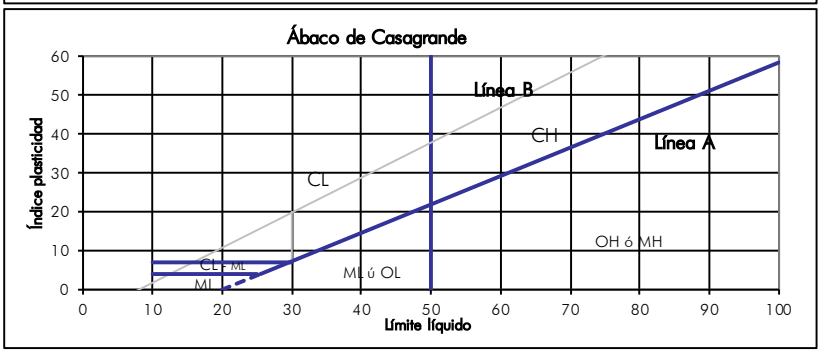
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	72,0
20	72,0
12,5	63,1
10	59,5
5	50,9
2	44,9
0,4	22,8
0,080	15,1
Arenas (%):	35,9
Gravas (%):	49,1
Finos (%)	15,1
D60:	**10,23**
D30:	**0,92**
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	613,7 mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	14,5 ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad con arena ML
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 14,20-14,50 m

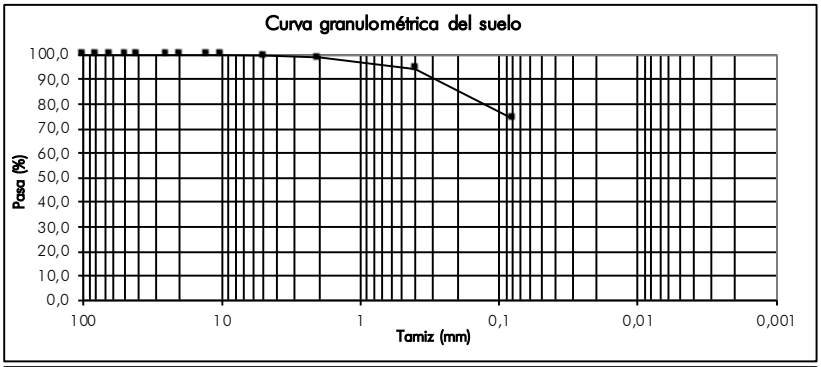
Granulometría : (UNE-103101)

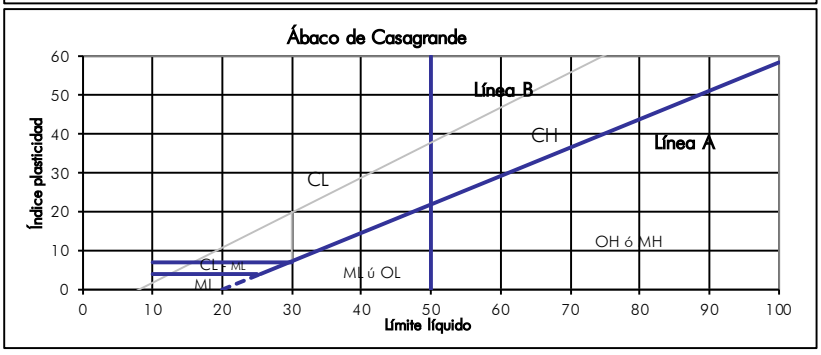
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,6
2	98,9
0,4	94,4
0,080	74,0
Arenas (%):	25,6
Gravas (%):	0,4
Finos (%)	74,0

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,61 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,12 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	10,0%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,33 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

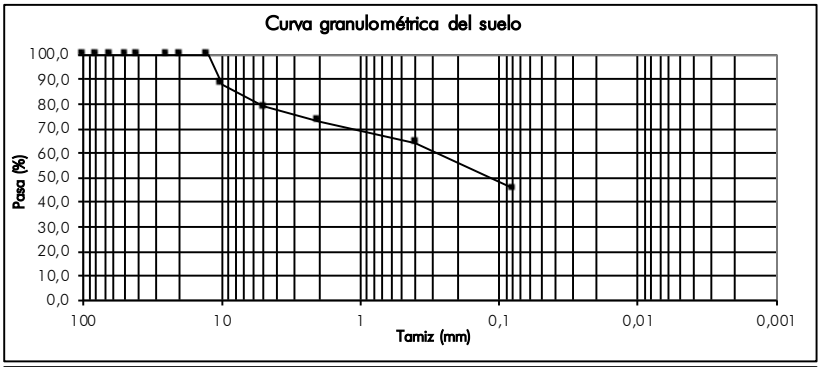
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Arena limosa con grava SM
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 18,50-18,80 m

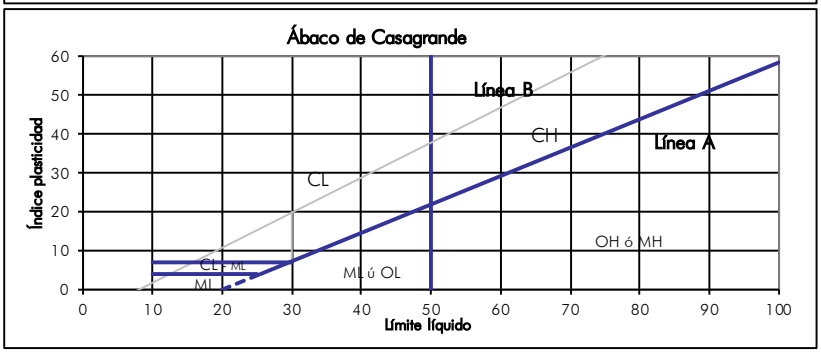
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	88,2
5	79,2
2	73,2
0,4	64,3
0,080	45,8
Arenas (%):	33,4
Gravas (%):	20,8
Finos (%)	45,8
D60:	0,33
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,67 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,18 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	8,4%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,37 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

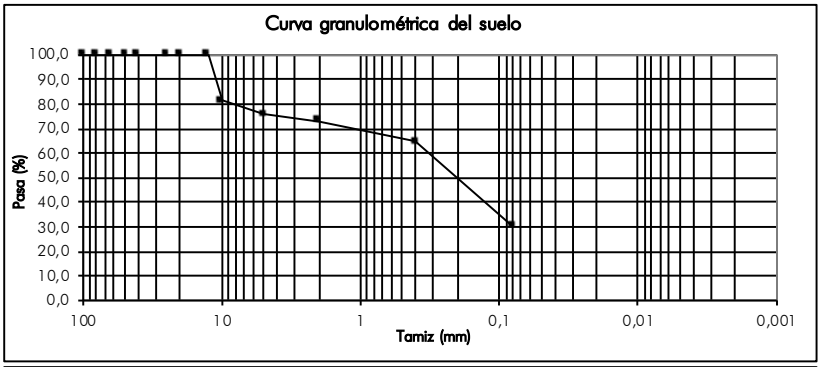
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Arena limosa con grava SM
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 27,65-27,95 m

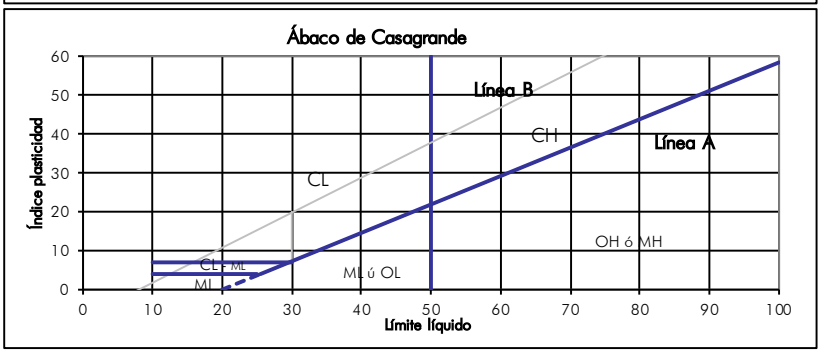
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	81,3
5	75,9
2	73,1
0,4	64,9
0,080	30,1
Arenas (%):	45,7
Gravas (%):	24,1
Finos (%)	30,1
D60:	**0,35**
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,65 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,05 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	11,1%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,28 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad con arena ML
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 34,30-34,60 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	97,9
2	97,3
0,4	94,7
0,080	83,8
Arenas (%):	14,0
Gravas (%):	2,1
Finos (%)	83,8

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

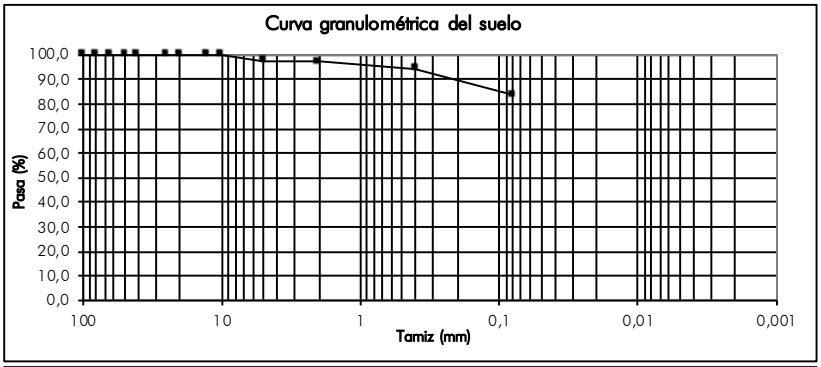
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

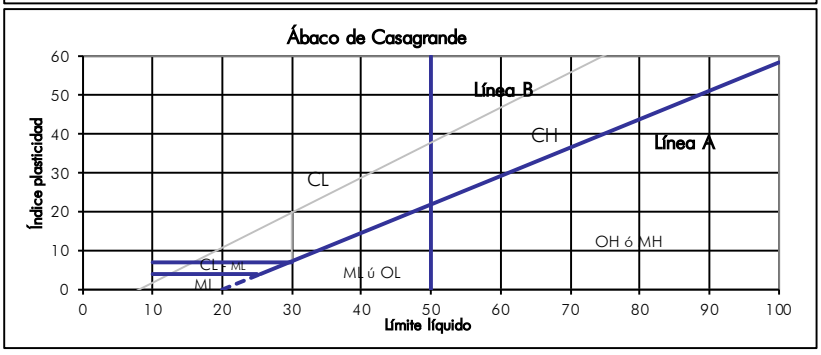
Límite líquido LL (%)
Límite plastico LP (%)
Índice plasticidad IP (%) 0,0

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08) mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE) ml
Crabonatos (UNE 103200) %

Peso específico, (UNE-103.302) 2,67 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301) 2,11 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300) 9,6%
Densidad aparente, (UNE 103.301) 2,31 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad arenoso ML
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 39,70-40,00 m

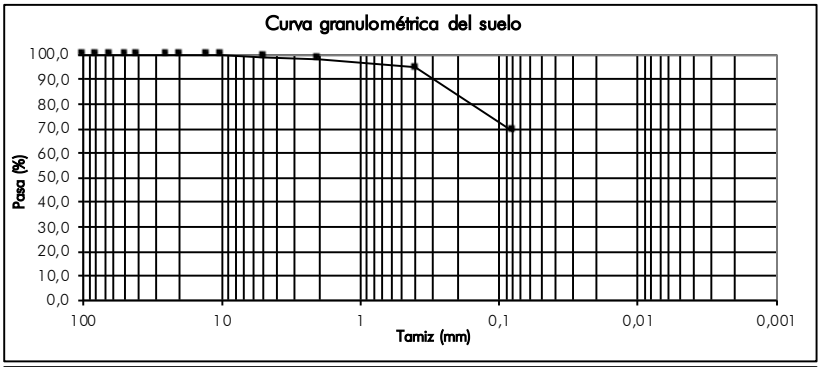
Granulometría : (UNE-103101)

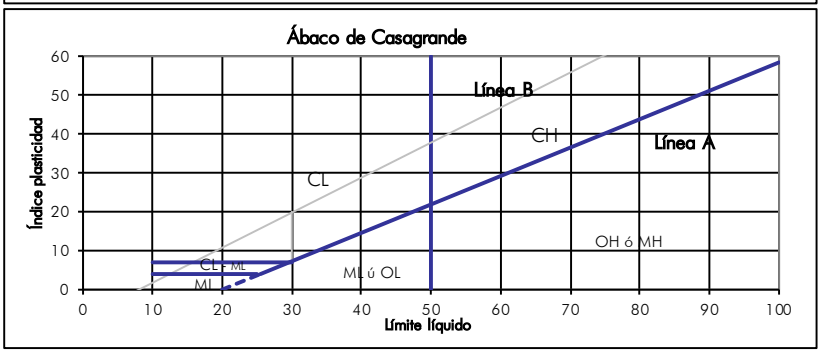
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,2
2	98,3
0,4	94,9
0,080	68,9
Arenas (%):	30,3
Gravas (%):	0,8
Finos (%)	68,9

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,66 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,19 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	9,5%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,40 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad con arena ML
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 42,70-43,00 m

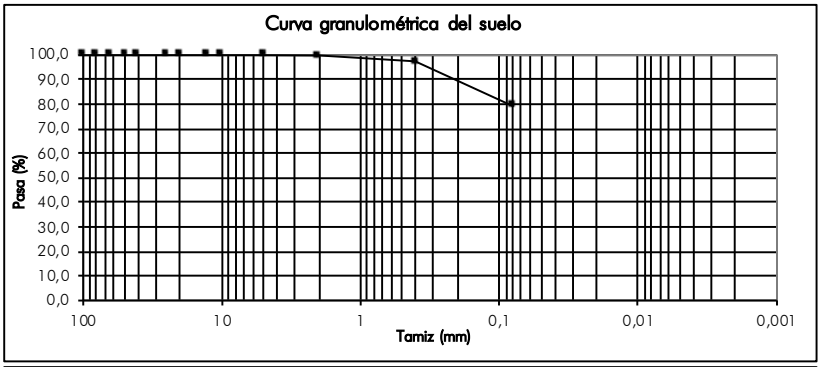
Granulometría : (UNE-103101)

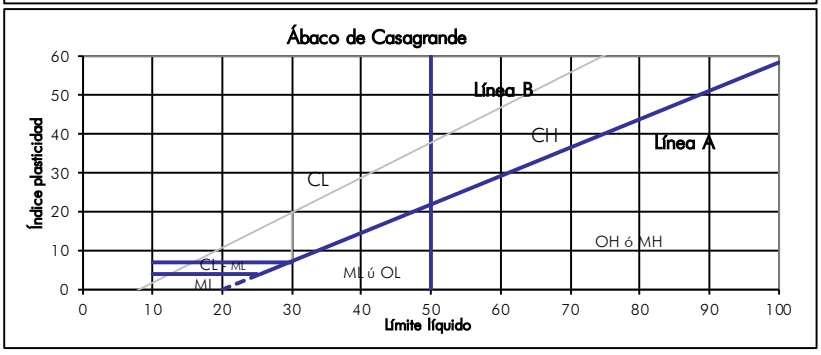
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,6
0,4	97,2
0,080	79,2
Arenas (%):	20,8
Gravas (%):	0,0
Finos (%)	79,2

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,64 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,93 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	14,5%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,22 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad ML
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 47,30-47,60 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,3
2	97,9
0,4	96,9
0,080	91,5

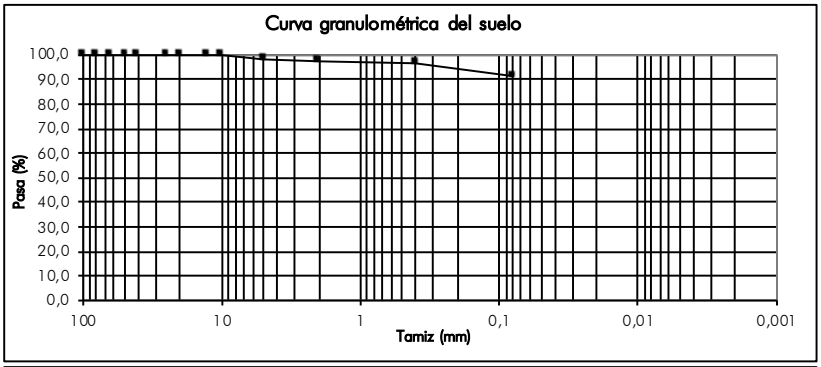
Arenas (%):	6,9
Gravas (%):	1,7
Finos (%)	91,5

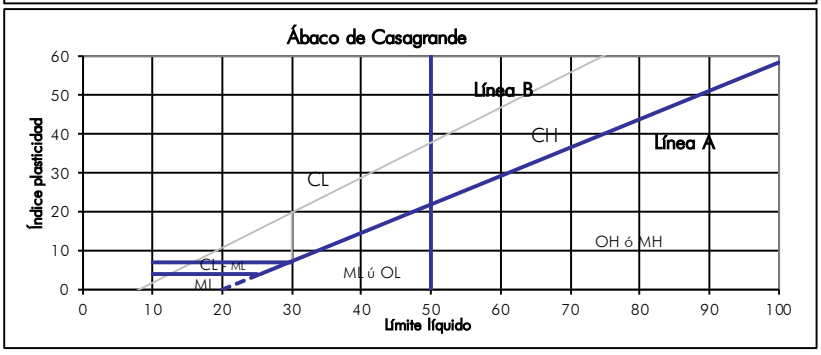
D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,64 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,99 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	13,0%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad con arena ML
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 52,20-52,55 m

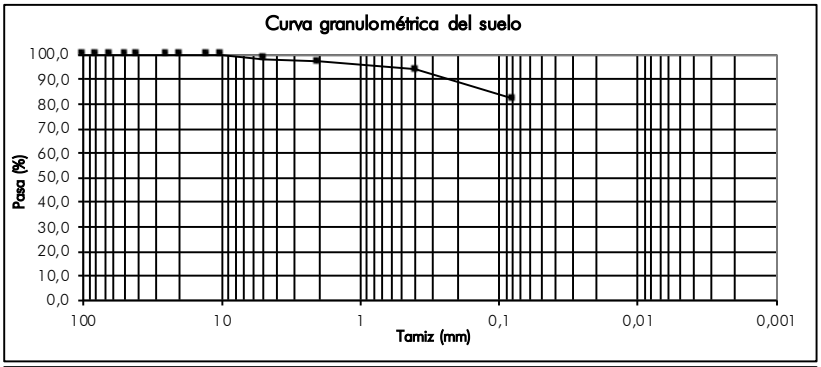
Granulometría : (UNE-103101)

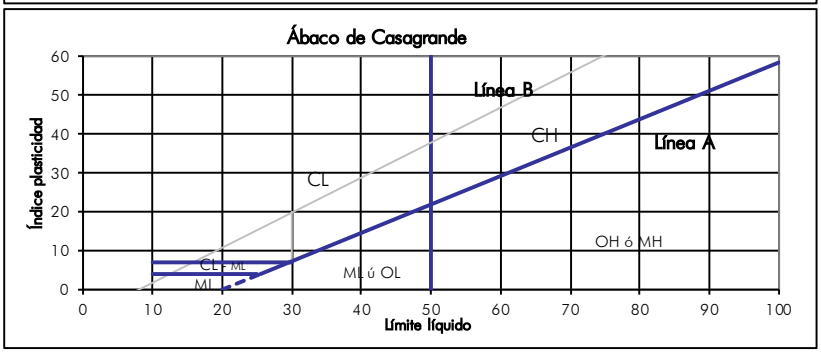
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,6
2	97,1
0,4	94,3
0,080	82,3
Arenas (%):	16,3
Gravas (%):	1,4
Finos (%)	82,3

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,67 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,10 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	12,2%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,36 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

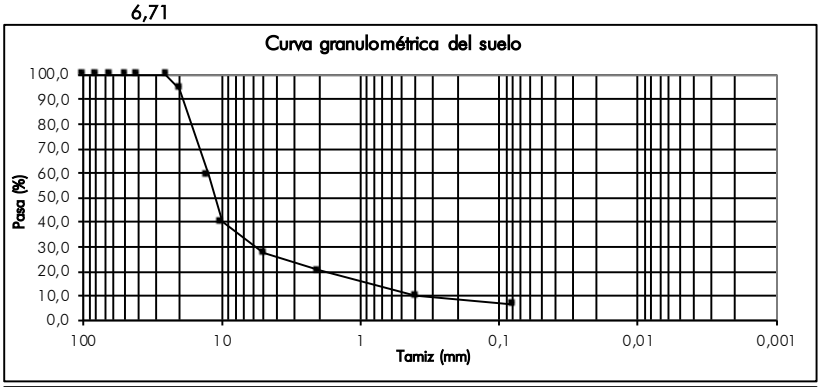
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).
Clasificación SUCS: Grava mal graduada con limo con arena GP GM
Procedencia: Sondeo 43 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 55,00-55,30 m

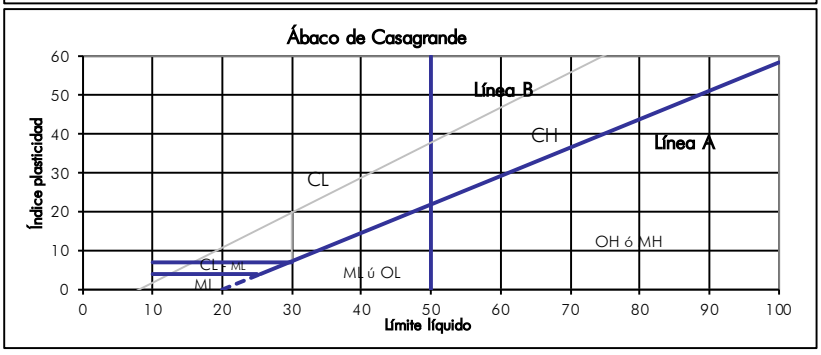
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	94,7
12,5	59,1
10	40,1
5	27,3
2	20,4
0,4	9,9
0,080	6,6
Arenas (%):	20,7
Gravas (%):	72,7
Finos (%)	6,6
D60:	13,31
D30:	6,06
D10:	0,41
Cu:	32,35
Cc:	6,71

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,65 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,40 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	3,8%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,48 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad con arena ML
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 6,60-7,11 m

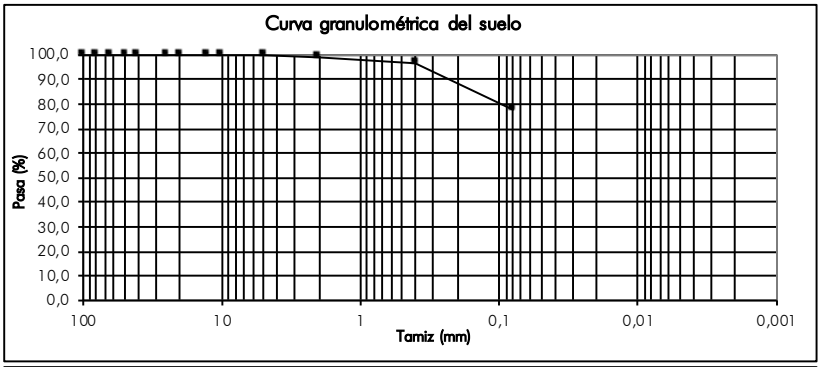
Granulometría : (UNE-103101)

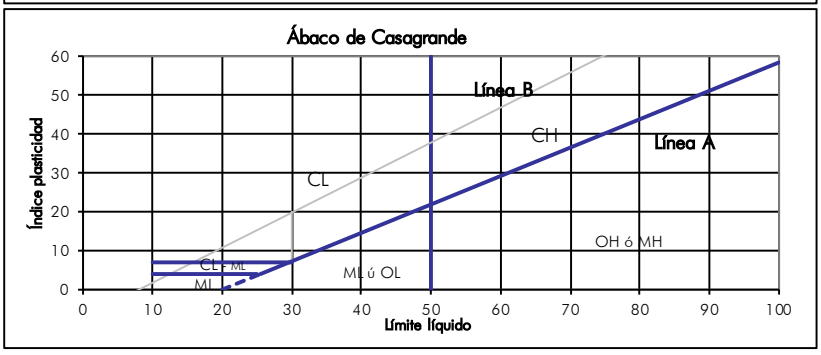
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,1
0,4	96,7
0,080	77,8
Arenas (%):	22,2
Gravas (%):	0,0
Finos (%)	77,8

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	No contiene
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	17,9 ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,61 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,83 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	14,3%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,09 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

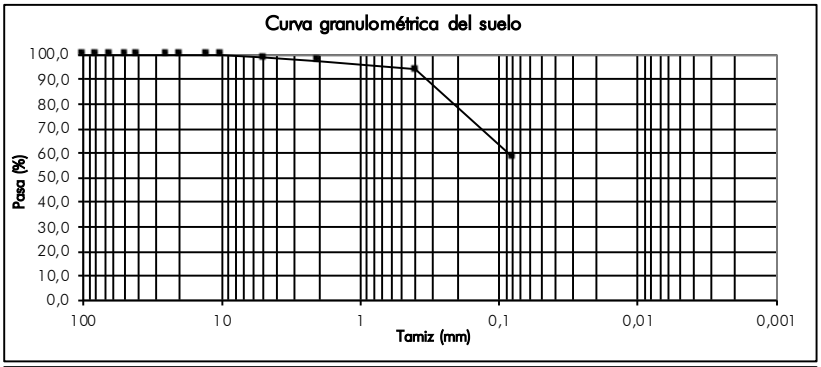
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad arenoso ML
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 8,80-9,90 m

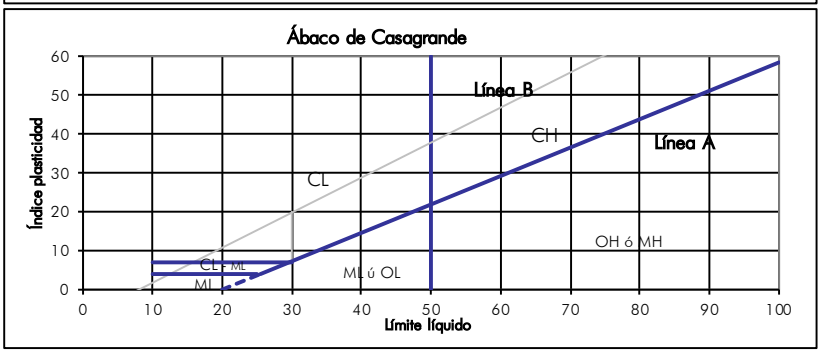
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,7
2	97,6
0,4	94,0
0,080	58,3
Arenas (%):	40,3
Gravas (%):	1,3
Finos (%)	58,3
D60:	0,09
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,16 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	8,9%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

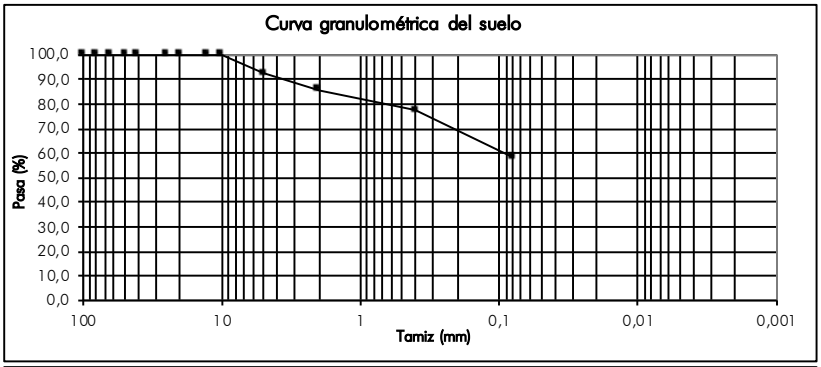
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad arenoso ML
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 14,80-15,10 m

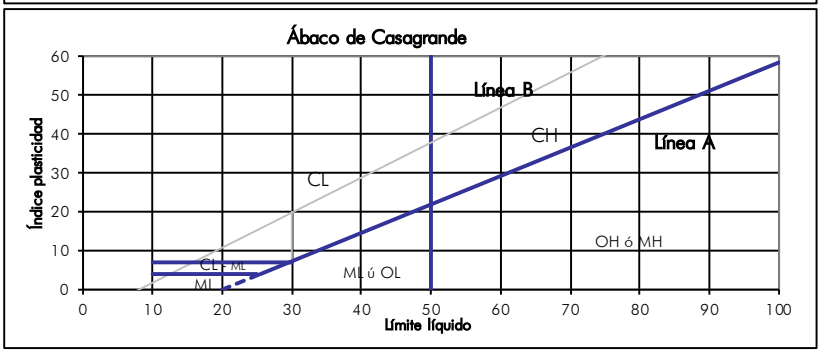
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	92,6
2	85,7
0,4	77,3
0,080	58,4
Arenas (%):	34,2
Gravas (%):	7,4
Finos (%)	58,4
D60:	0,11
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,13 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	9,9%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,34 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad con arena ML
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 24,70-25,00 m

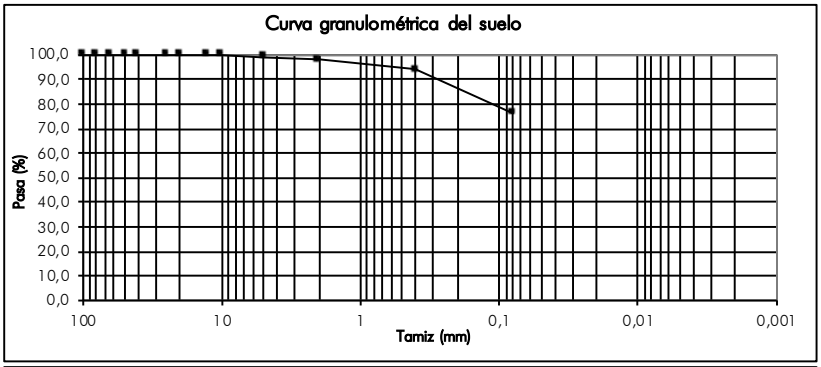
Granulometría : (UNE-103101)

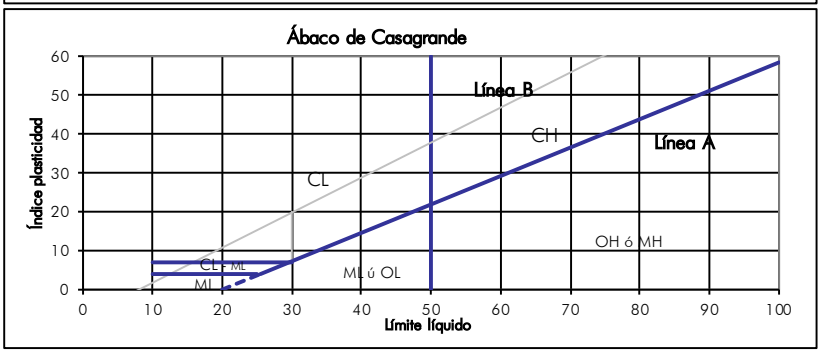
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,4
2	98,0
0,4	94,3
0,080	76,3
Arenas (%):	23,1
Gravas (%):	0,6
Finos (%)	76,3

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,08 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	10,6%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,29 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

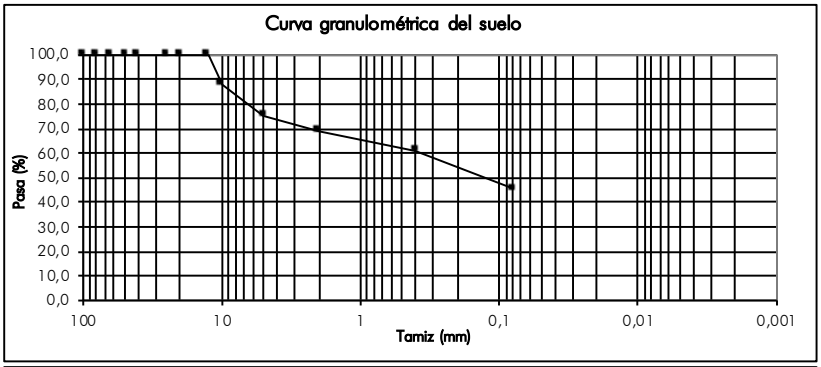
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Arena limosa con grava SM
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 34,60-35,00 m

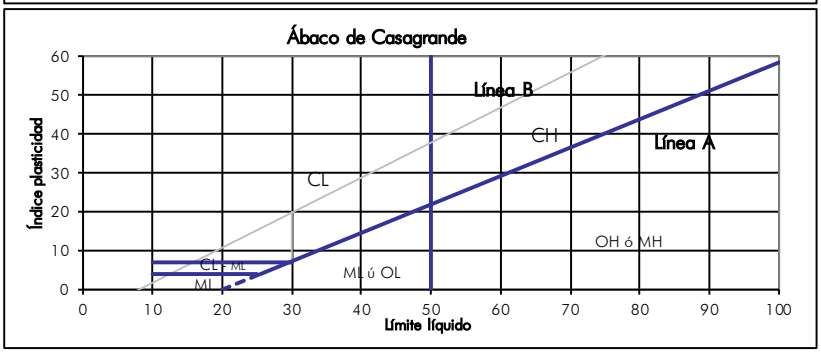
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	88,2
5	75,4
2	69,0
0,4	61,0
0,080	45,7
Arenas (%):	29,7
Gravas (%):	24,6
Finos (%)	45,7
D60:	**0,38**
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,27 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	7,7%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,44 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad arenoso ML
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 45,20-45,50 m

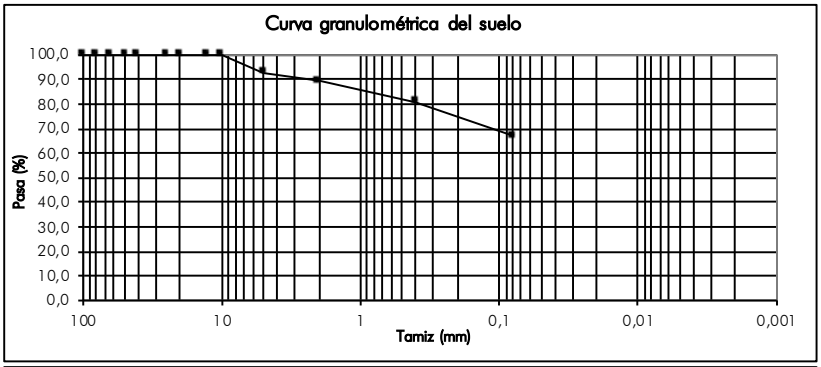
Granulometría : (UNE-103101)

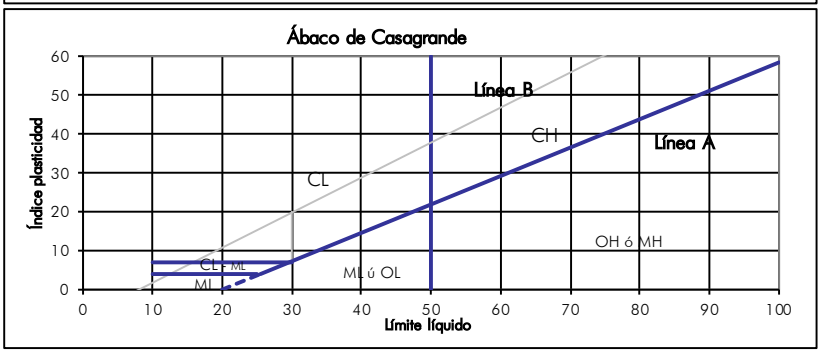
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	93,1
2	89,2
0,4	81,2
0,080	67,2
Arenas (%):	25,9
Gravas (%):	6,9
Finos (%)	67,2

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,16 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	10,6%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad con arena ML
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 56,80-57,10 m

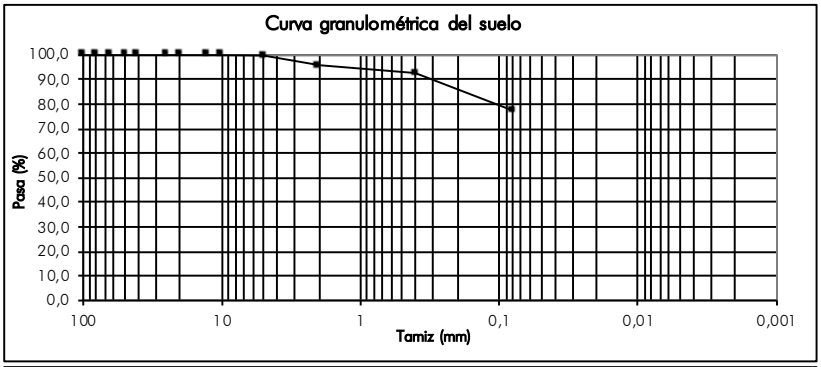
Granulometría : (UNE-103101)

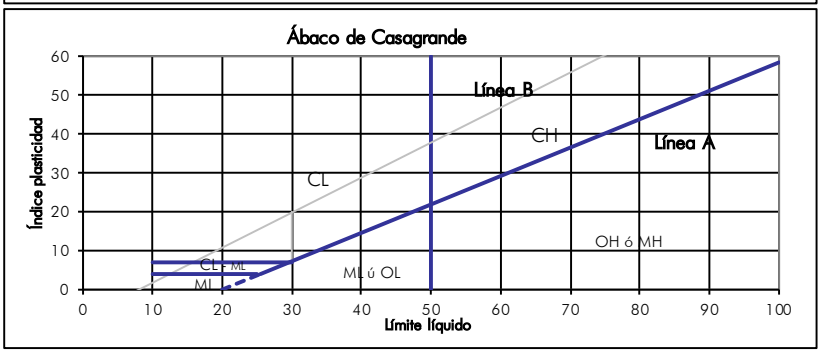
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,6
2	95,7
0,4	92,5
0,080	77,4
Arenas (%):	22,2
Gravas (%):	0,4
Finos (%)	77,4

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,09 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	11,1%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,32 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

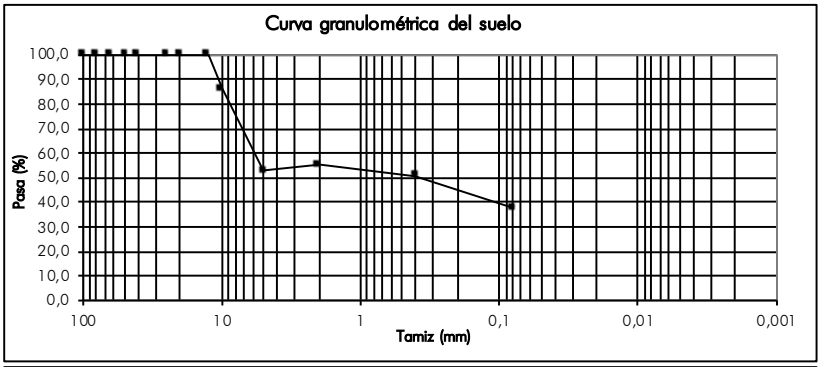
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Grava limosa con arena GM
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 62,80-63,10 m

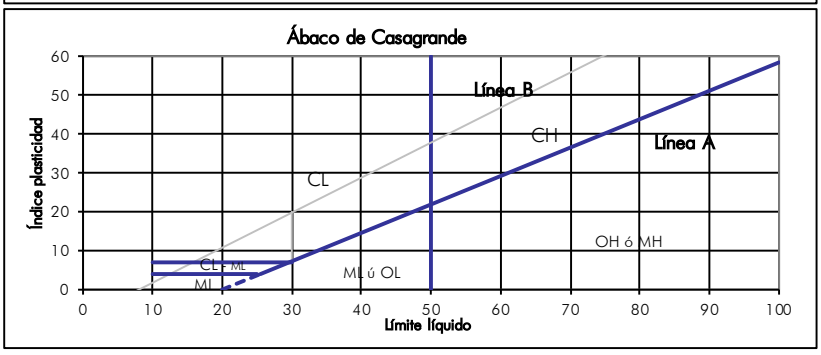
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	86,3
5	53,0
2	55,2
0,4	50,7
0,080	37,8
Arenas (%):	15,2
Gravas (%):	47,0
Finos (%)	37,8
D60:	6,05
D30:	
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,21 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	8,2%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,39 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Limo baja plasticidad ML
Procedencia: Sondeo 44 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 71,10-72,00 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,3
0,080	95,6

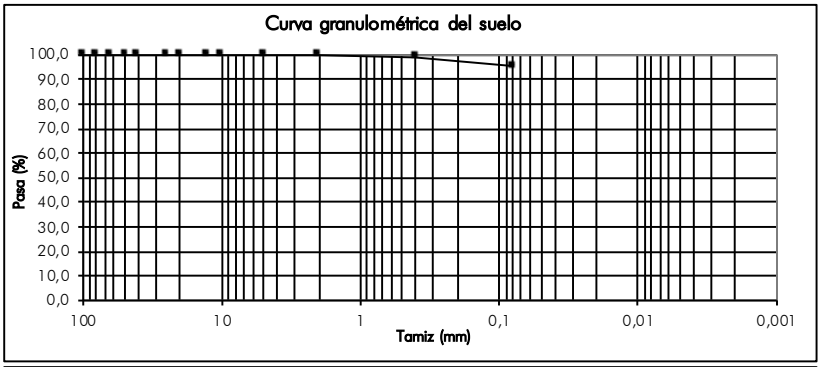
Arenas (%):	4,4
Gravas (%):	0,0
Finos (%)	95,6

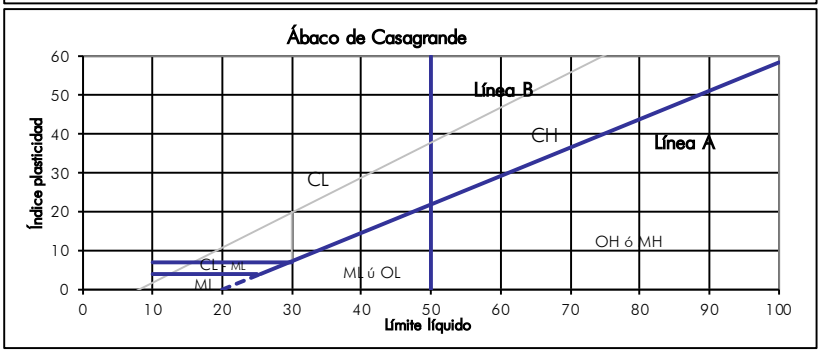
D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	
Límite plastico LP (%)	
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,98 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	13,7%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,25 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 25 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 45 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 3,00-3,54 m

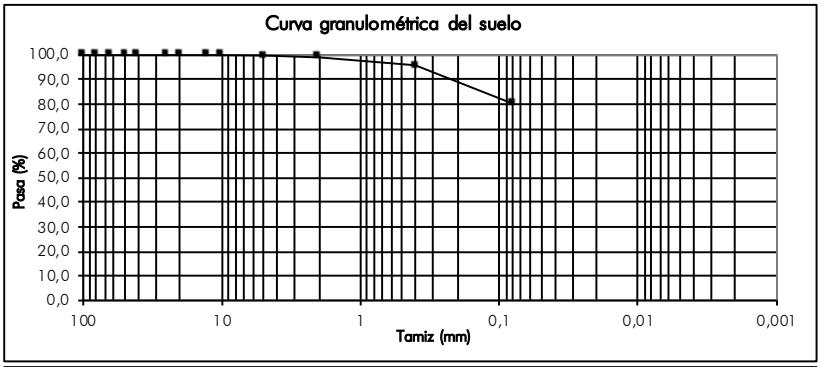
Granulometría : (UNE-103101)

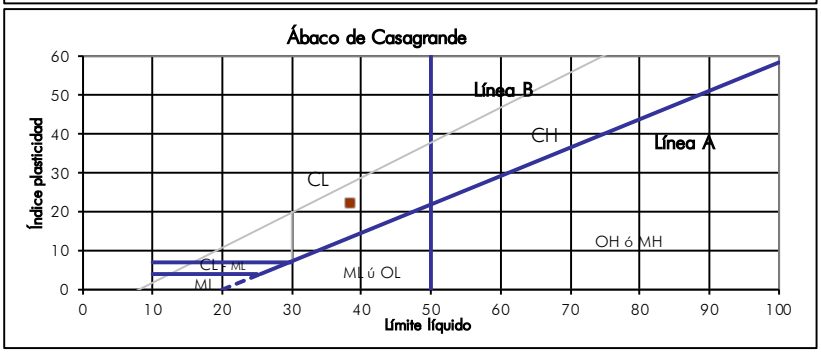
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,6
2	99,1
0,4	95,7
0,080	80,2
Arenas (%):	19,4
Gravas (%):	0,4
Finos (%)	80,2

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	38,5
Límite plastico LP (%)	16,5
Índice plasticidad IP (%)	22,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	No contiene
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	16,2 ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,54 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,88 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	15,3%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,17 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad CL
Procedencia: Sondeo 45 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 7,70-8,24 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,9
2	99,8
0,4	99,4
0,080	97,8

Arenas (%):	2,1
Gravas (%):	0,1
Finos (%)	97,8

D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

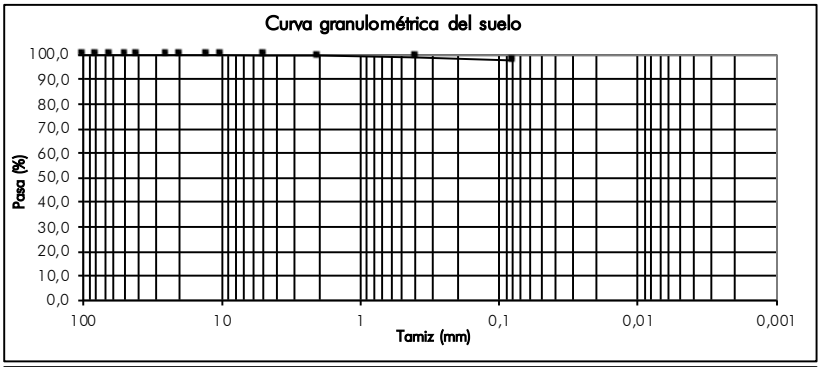
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

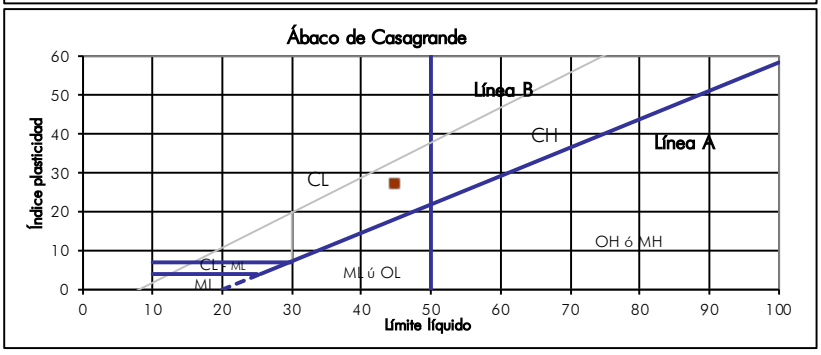
Límite líquido LL (%)	45,2
Límite plastico LP (%)	18,6
Índice plasticidad IP (%)	26,6

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,53 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,91 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	18,0%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,26 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Grava limosa con arena GM
Procedencia: Sondeo 45 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 11,10-11,40 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	84,5
20	62,5
12,5	53,3
10	48,7
5	43,7
2	40,4
0,4	35,8
0,080	20,7
Arenas (%):	23,0
Gravas (%):	56,3
Finos (%)	20,7
D60:	17,97
D30:	0,28
D10:	
Cu:	
Cc:	

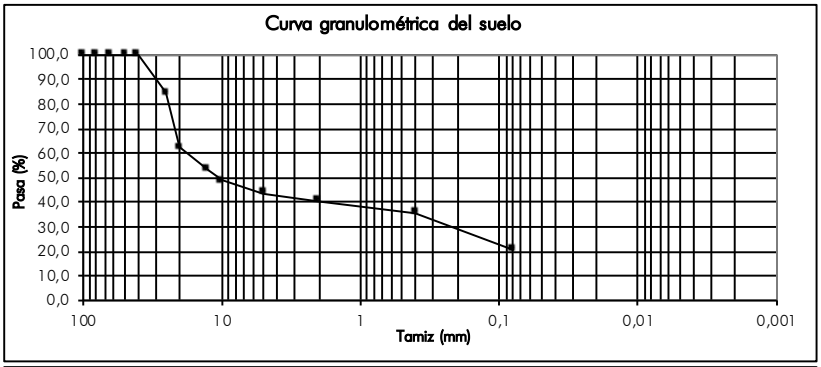
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

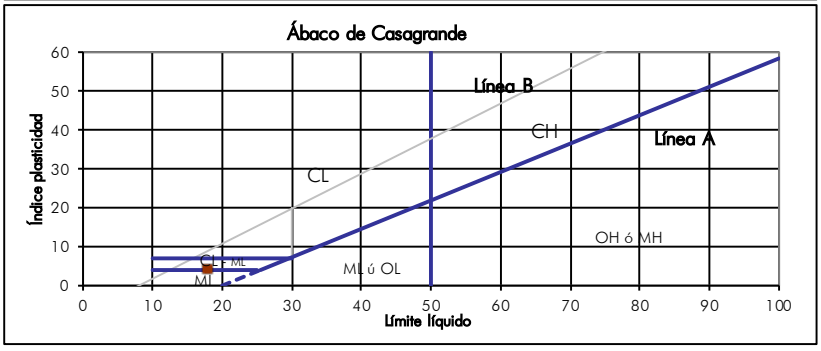
Límite líquido LL (%)	18,3
Límite plastico LP (%)	14,6
Índice plasticidad IP (%)	3,7

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,58 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,24 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	5,1%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,35 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla limosa CL-ML
Procedencia: Sondeo 45 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 32,20-32,60 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	99,4
5	98,4
2	97,9
0,4	97,1
0,080	93,1

Arenas (%):	5,3
Gravas (%):	1,6
Finos (%)	93,1

D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

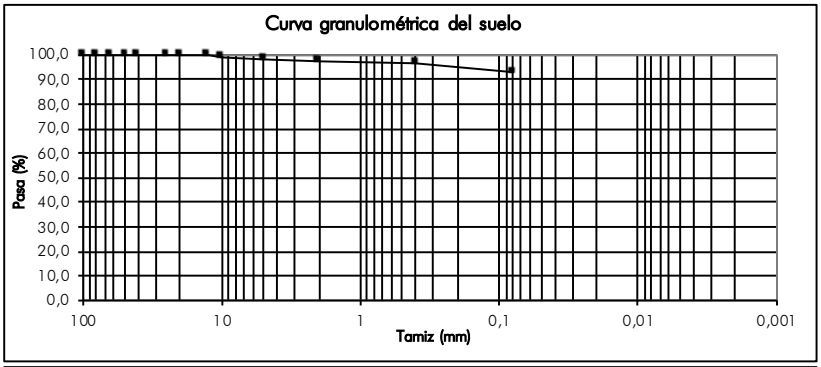
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

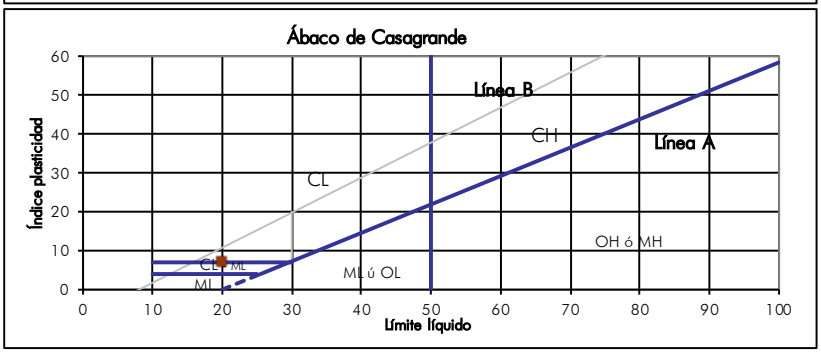
Límite líquido LL (%)	20,2
Límite plastico LP (%)	13,3
Índice plasticidad IP (%)	6,9

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,65 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,19 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	8,7%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad CL
Procedencia: Sondeo 45 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 36,90-37,30 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	98,7
5	97,5
2	96,7
0,4	91,0
0,080	85,7

Arenas (%):	11,8
Gravas (%):	2,5
Finos (%)	85,7

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

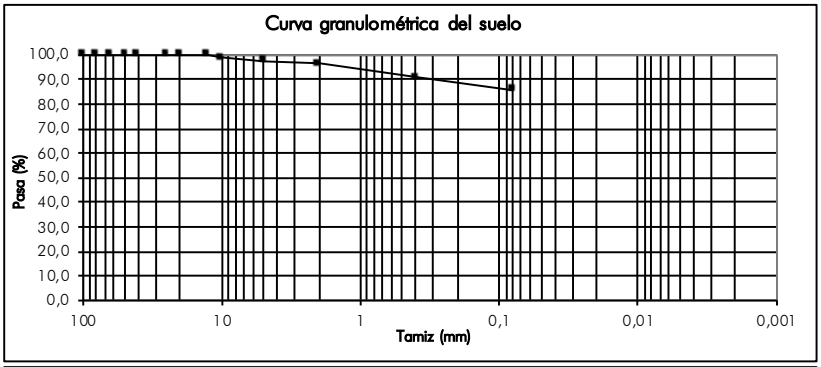
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

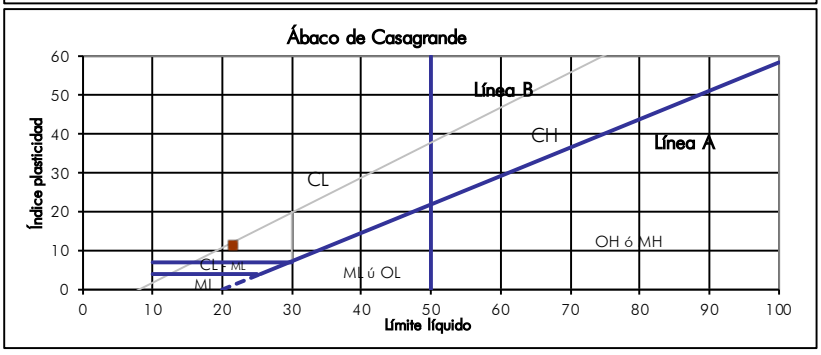
Límite líquido LL (%)	21,9
Límite plastico LP (%)	11,2
Índice plasticidad IP (%)	10,7

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,60 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,09 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	10,4%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,31 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Procedencia: Sondeo 45 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 44,20-44,70 m

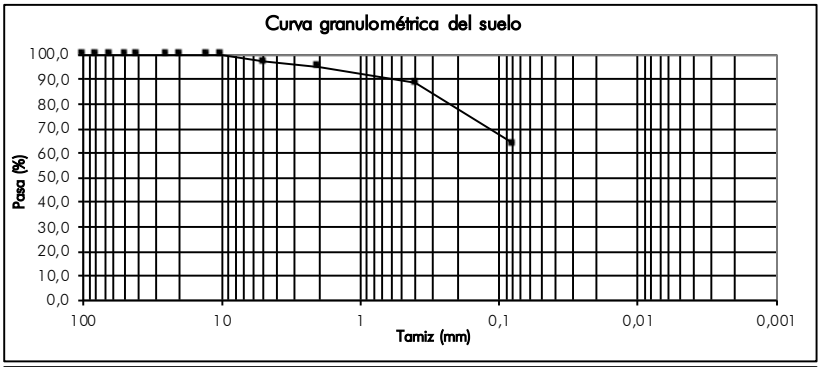
Granulometría : (UNE-103101)

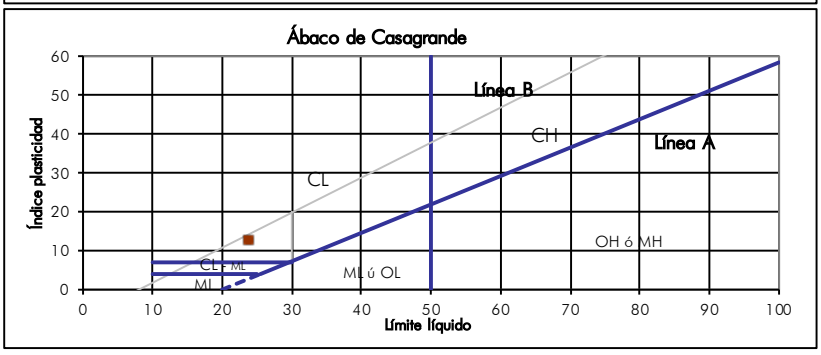
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	97,4
2	95,4
0,4	88,7
0,080	64,1
Arenas (%):	33,3
Gravas (%):	2,6
Finos (%)	64,1

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	24,0
Límite plastico LP (%)	11,6
Índice plasticidad IP (%)	12,4
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,60 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,19 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	8,4%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,37 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

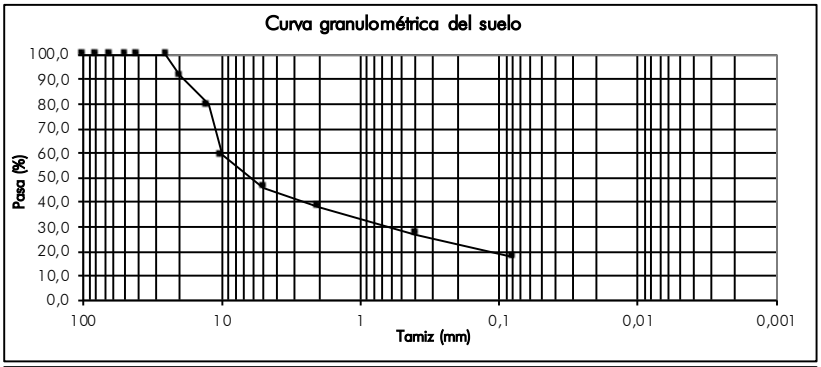
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Grava arcillosa con arena GC
Procedencia: Sondeo 45 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 49,80-50,10 m

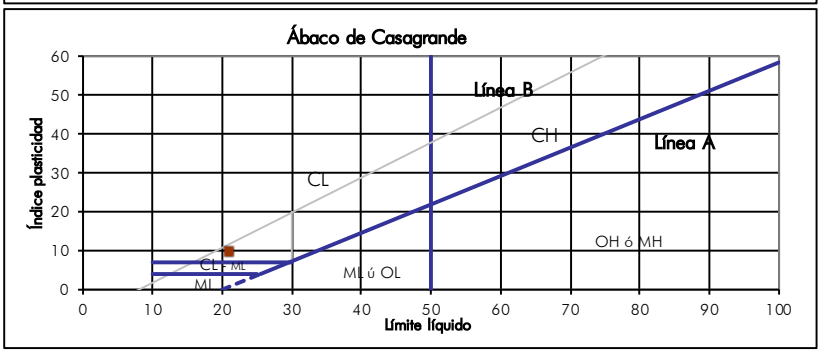
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	91,8
12,5	79,8
10	59,1
5	46,1
2	38,0
0,4	27,0
0,080	17,7
Arenas (%):	28,4
Gravas (%):	53,9
Finos (%)	17,7
D60:	**9,35**
D30:	**0,84**
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	21,4
Límite plastico LP (%)	12,1
Índice plasticidad IP (%)	9,3
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,66 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,30 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	5,5%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,42 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Arena limosa con grava SM
Procedencia: Sondeo 46 **Tipo de muestra:** MA **Profundidad:** 1,60-1,80 m

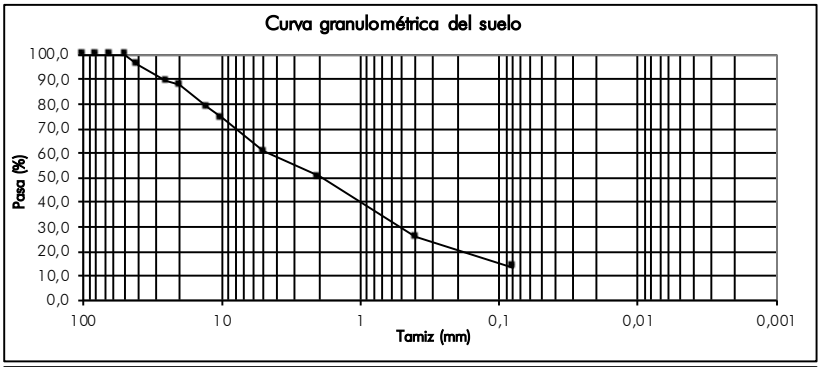
Granulometría : (UNE-103101)

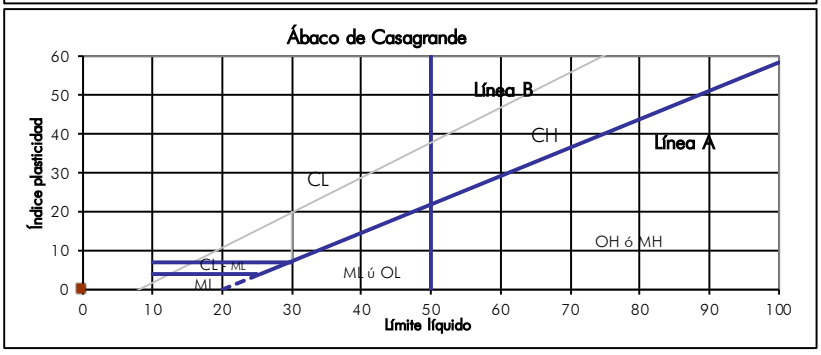
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	96,1
25	89,2
20	87,6
12,5	78,5
10	74,4
5	60,9
2	50,4
0,4	25,9
0,080	13,4
Arenas (%):	47,5
Gravas (%):	39,1
Finos (%)	13,4
D60:	**4,75**
D30:	**0,67**
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

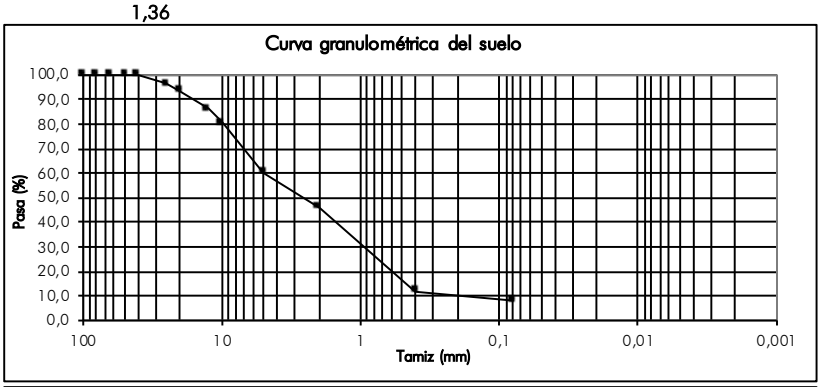
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).
Clasificación SUCS: Arena bien graduada con limo con grava SW SM
Procedencia: Sondeo 47 **Tipo de muestra:** SPT **Profundidad:** 3,00-3,54 m

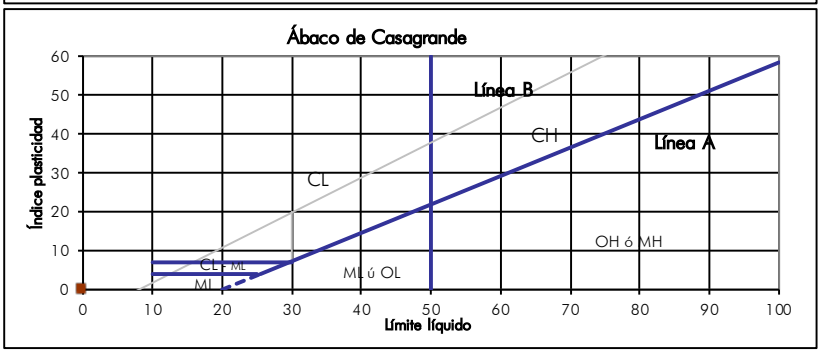
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	96,7
20	93,7
12,5	86,0
10	80,7
5	60,4
2	46,2
0,4	12,1
0,080	8,1
Arenas (%):	52,3
Gravas (%):	39,6
Finos (%)	8,1
D60:	**4,91**
D30:	**1,24**
D10:	**0,23**
Cu:	**21,32**
Cc:	**1,36**

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 47 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 9,30-9,83 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,8
0,4	97,3
0,080	73,2

Arenas (%):	26,8
Gravas (%):	0,0
Finos (%)	73,2

D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

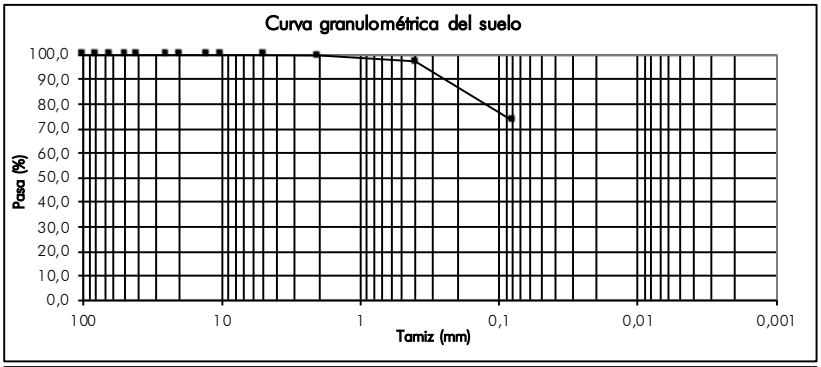
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

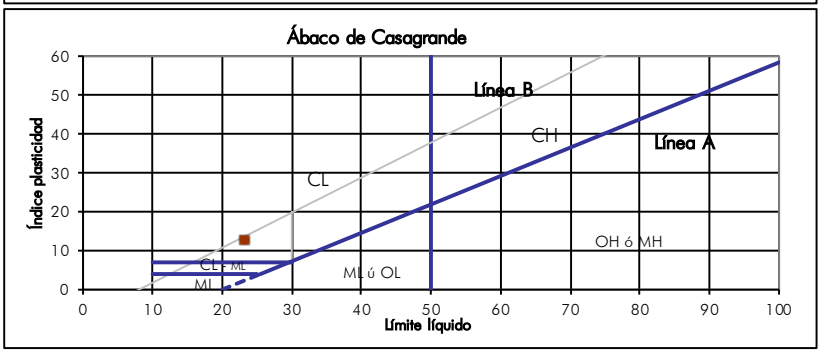
Límite líquido LL (%)	23,4
Límite plastico LP (%)	11,1
Índice plasticidad IP (%)	12,3

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08) 1421,6 mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE) 12,7 ml
Crabonatos (UNE 103200) %

Peso específico, (UNE-103.302) 2,63 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301) 2,04 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300) 13,2%
Densidad aparente, (UNE 103.301) 2,31 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 47 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 12,40-12,80 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,0
2	97,8
0,4	92,9
0,080	81,3

Arenas (%):	17,7
Gravas (%):	1,0
Finos (%)	81,3

D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

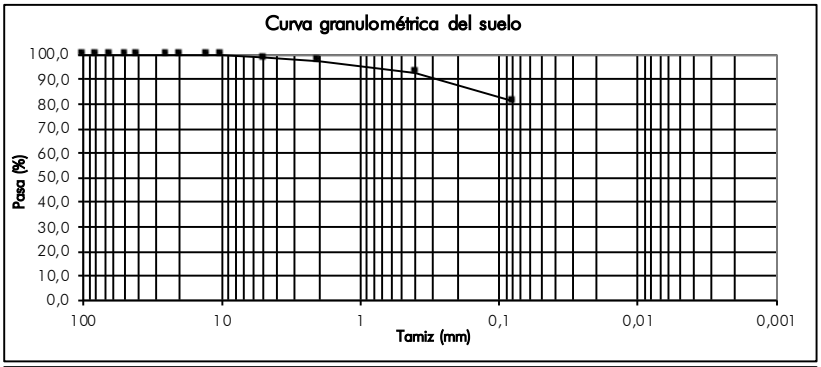
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

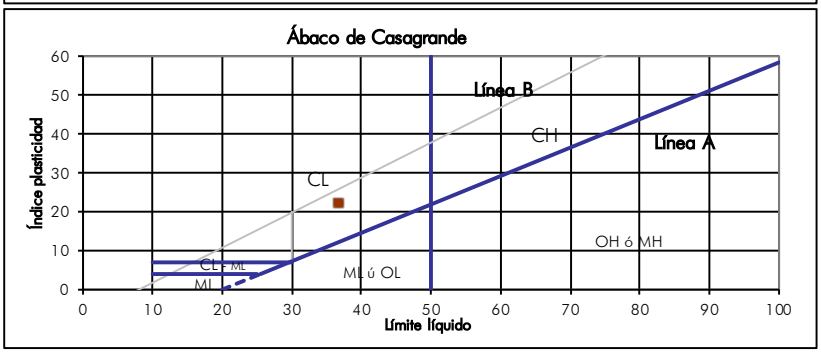
Límite líquido LL (%)	36,9
Límite plastico LP (%)	15,0
Índice plasticidad IP (%)	21,9

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,61 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,98 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	13,4%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,25 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 47 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 20,80-21,15 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	93,4
5	88,1
2	86,0
0,4	83,9
0,080	73,4

Arenas (%):	14,7
Gravas (%):	11,9
Finos (%)	73,4

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

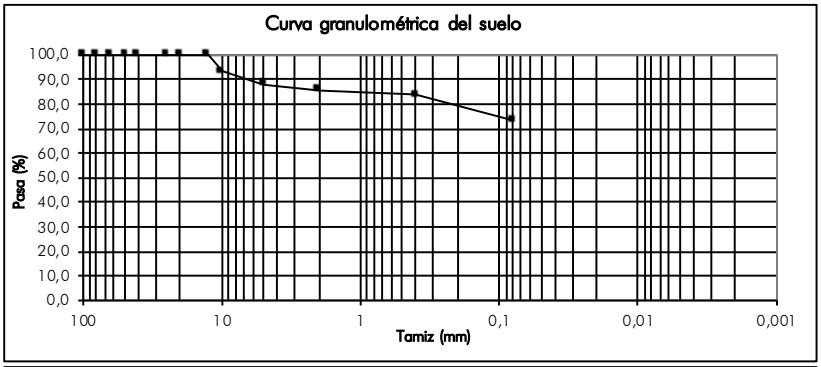
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

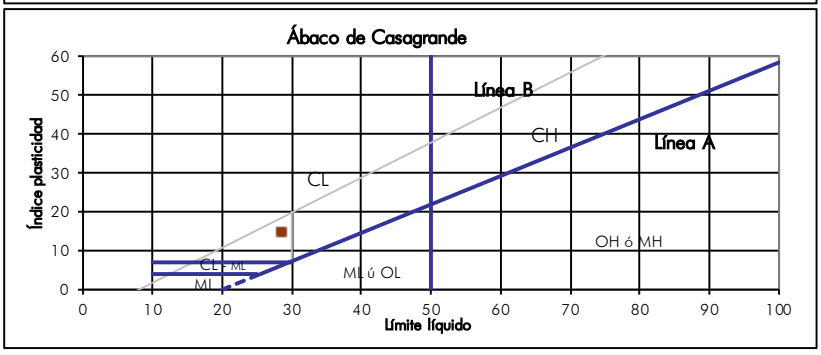
Límite líquido LL (%)	28,9
Límite plastico LP (%)	14,8
Índice plasticidad IP (%)	14,1

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,66 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,11 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	11,0%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,34 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 47 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 28,00-28,35 m

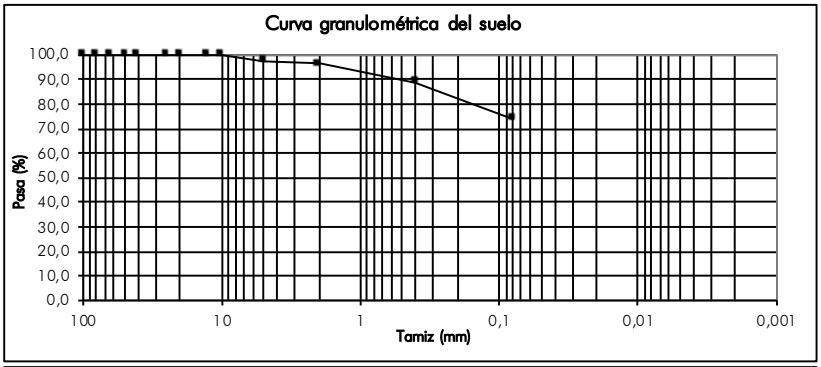
Granulometría : (UNE-103101)

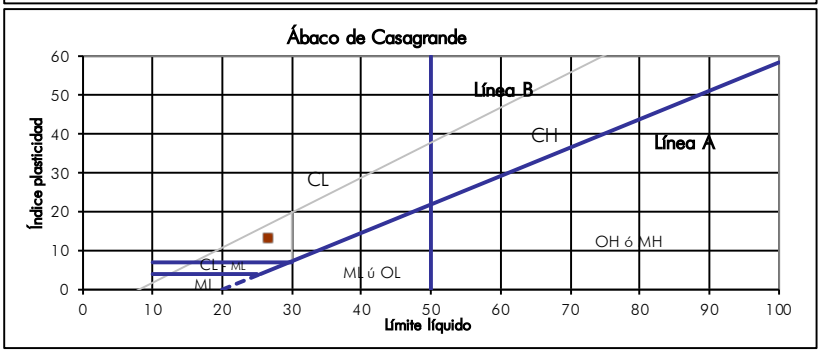
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	97,6
2	96,4
0,4	88,8
0,080	73,9
Arenas (%):	23,7
Gravas (%):	2,4
Finos (%)	73,9

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	26,9
Límite plastico LP (%)	14,1
Índice plasticidad IP (%)	12,8
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,63 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,13 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	9,6%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,33 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad CL
Procedencia: Sondeo 47 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 34,60-34,90 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,8
2	97,6
0,4	96,7
0,080	91,1

Arenas (%):	7,7
Gravas (%):	1,2
Finos (%)	91,1

D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

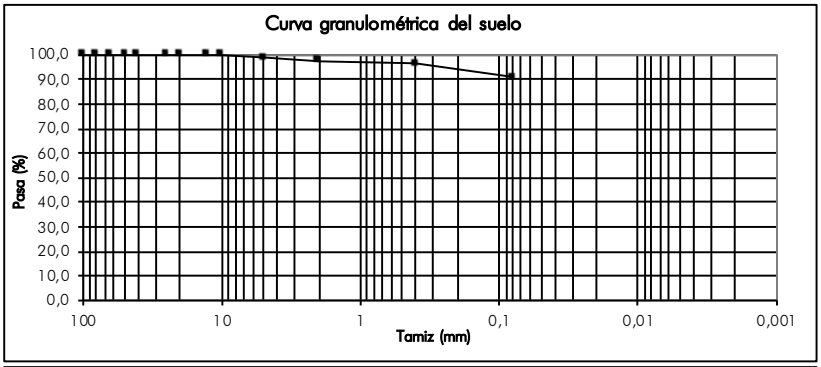
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

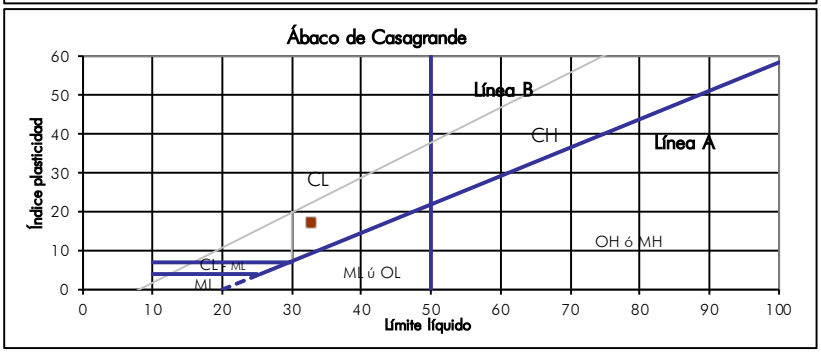
Límite líquido LL (%)	33,1
Límite plastico LP (%)	16,2
Índice plasticidad IP (%)	16,9

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,63 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,98 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	12,3%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,23 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Procedencia: Sondeo 48 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 3,00-3,60 m

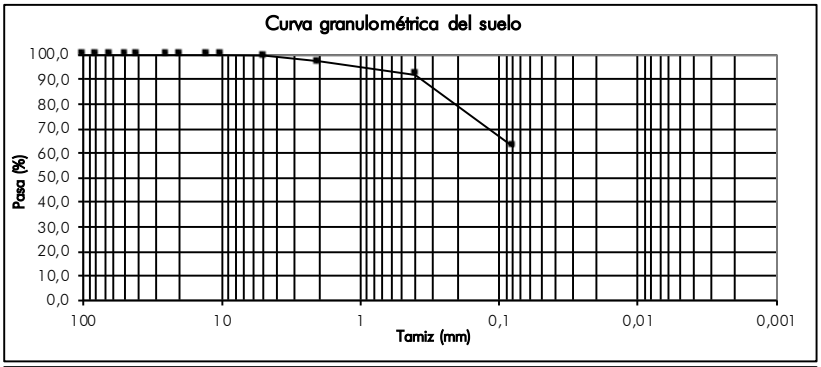
Granulometría : (UNE-103101)

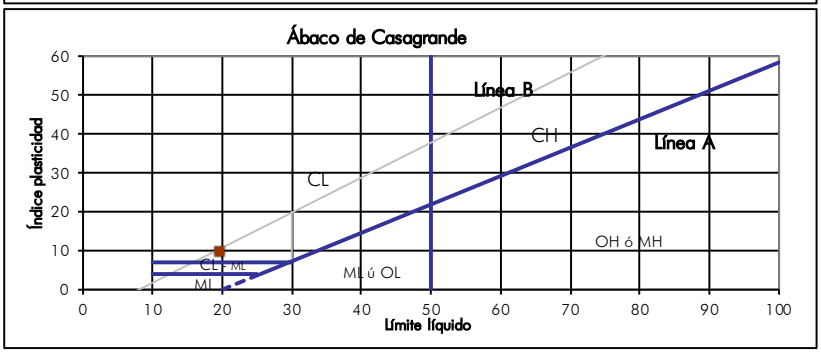
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,7
2	97,3
0,4	92,0
0,080	62,7
Arenas (%):	37,0
Gravas (%):	0,3
Finos (%)	62,7

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	20,0
Límite plastico LP (%)	10,6
Índice plasticidad IP (%)	9,4
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	No contiene
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	17,1 ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,61 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,06 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	10,1%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,27 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 48 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 5,70-6,00 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	97,6
2	94,3
0,4	90,8
0,080	83,5

Arenas (%):	14,1
Gravas (%):	2,4
Finos (%)	83,5

D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

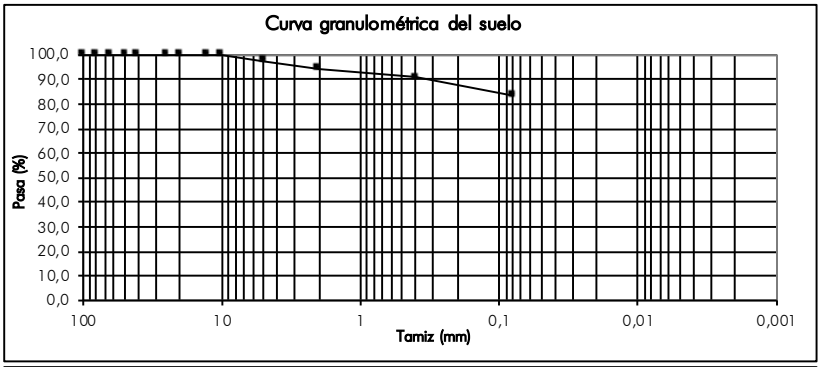
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

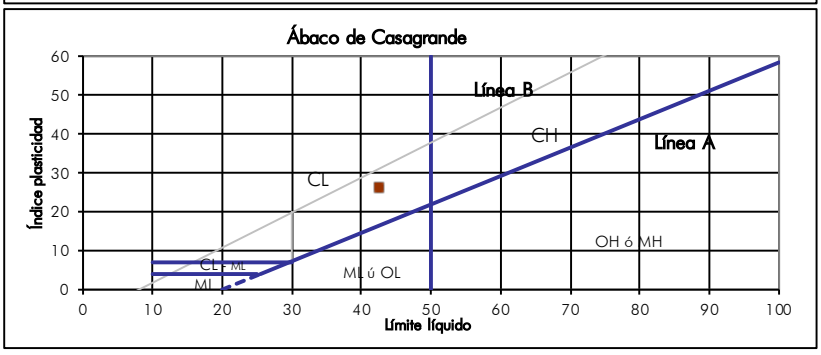
Límite líquido LL (%)	42,8
Límite plastico LP (%)	16,9
Índice plasticidad IP (%)	25,9

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,90 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	15,5%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,19 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 48 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 12,60-13,10 m

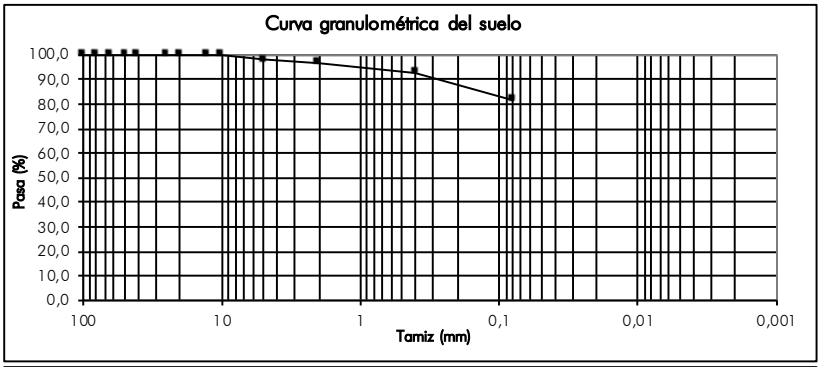
Granulometría : (UNE-103101)

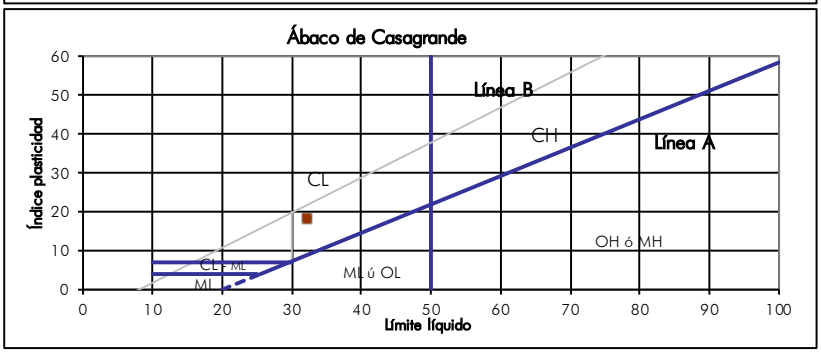
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,3
2	96,8
0,4	92,9
0,080	81,6
Arenas (%):	16,6
Gravas (%):	1,8
Finos (%)	81,6

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	32,4
Límite plastico LP (%)	14,8
Índice plasticidad IP (%)	17,6
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	29,3%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,63 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,06 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	11,7%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,30 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Grava limosa con arena GM
Procedencia: Sondeo 48 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 16,40-16,70 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	84,4
5	63,4
2	52,6
0,4	46,7
0,080	27,7
Arenas (%):	35,7
Gravas (%):	36,6
Finos (%)	27,7
D60:	**4,05**
D30:	**0,12**
D10:	
Cu:	
Cc:	

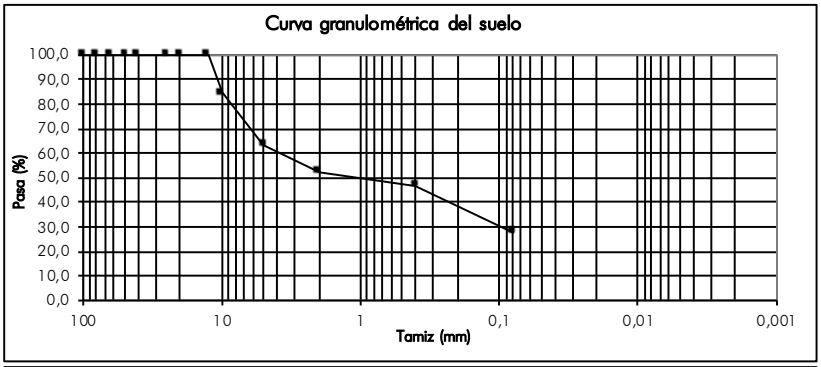
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

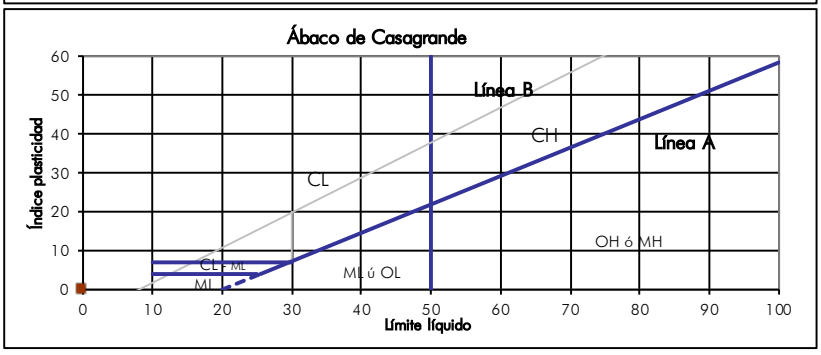
Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,69 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,30 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	6,5%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,45 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad CL
Procedencia: Sondeo 48 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 25,10-25,90 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	98,4
2	96,3
0,4	94,9
0,080	90,2

Arenas (%):	8,3
Gravas (%):	1,6
Finos (%)	90,2

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

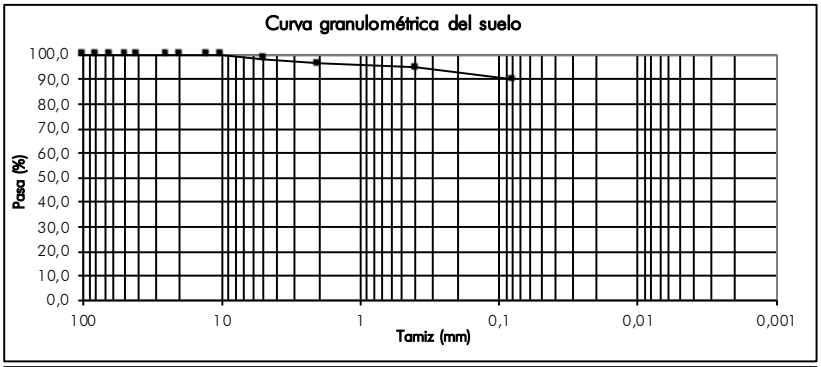
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

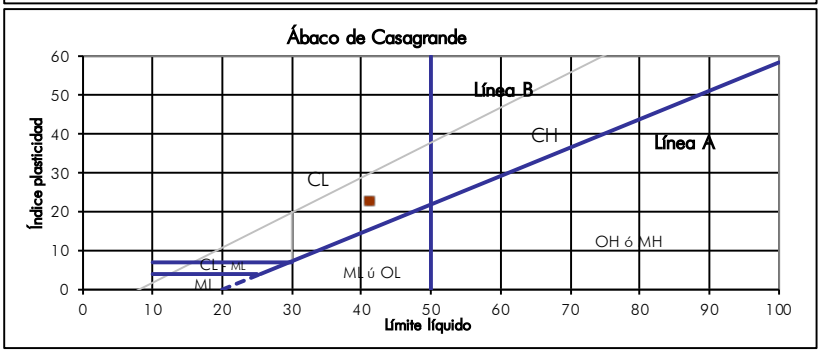
Límite líquido LL (%)	41,5
Límite plastico LP (%)	19,1
Índice plasticidad IP (%)	22,4

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,57 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,93 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	14,4%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,21 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Grava arcilloso-limosa con arena GC-GM
Procedencia: Sondeo 49 **Tipo de muestra:** SPT **Profundidad:** 1,00-1,60 m

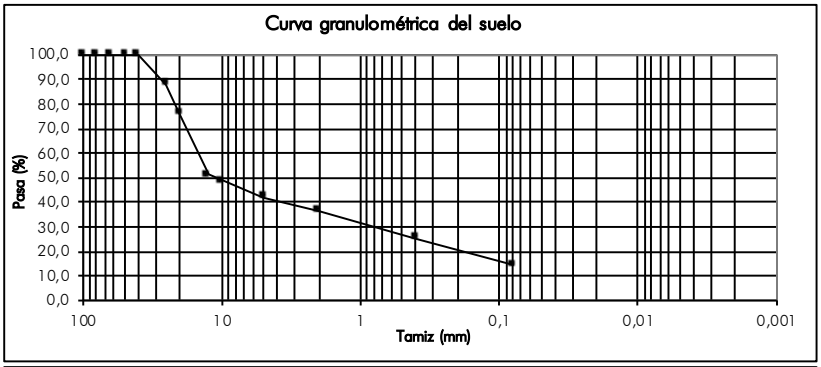
Granulometría : (UNE-103101)

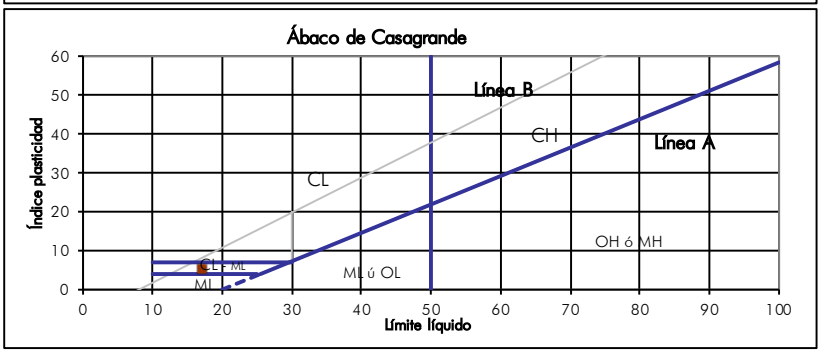
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	88,3
20	76,2
12,5	51,1
10	48,8
5	42,2
2	36,4
0,4	25,6
0,080	14,6
Arenas (%):	27,6
Gravas (%):	57,8
Finos (%)	14,6
D60:	14,60
D30:	1,05
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	17,3
Límite plastico LP (%)	12,4
Índice plasticidad IP (%)	4,9

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	1096,8 mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	21,6 ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 49 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 3,20-3,71 m

Granulometría : (UNE-103101)

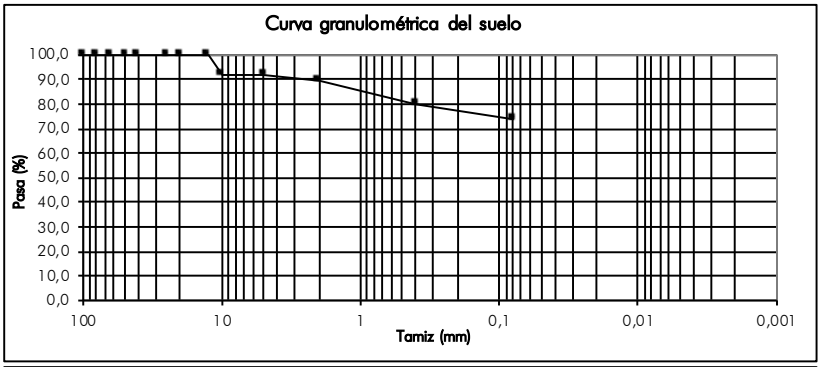
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	92,1
5	92,0
2	89,9
0,4	80,1
0,080	73,9

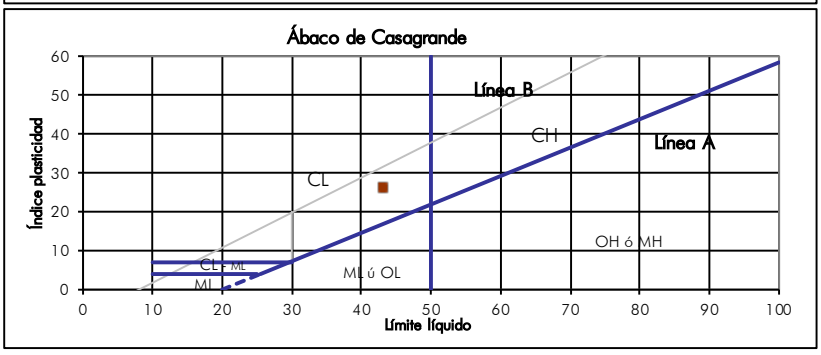
Arenas (%):	18,1
Gravas (%):	8,0
Finos (%)	73,9

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	43,4
Límite plastico LP (%)	17,8
Índice plasticidad IP (%)	25,6
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	2,61 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,82 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	16,1%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,11 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Grava limosa con arena GM
Procedencia: Sondeo 49 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 7,25-7,60 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	89,6
12,5	79,2
10	64,8
5	53,3
2	48,0
0,4	39,6
0,080	29,0
Arenas (%):	24,4
Gravas (%):	46,7
Finos (%)	29,0
D60:	7,89
D30:	0,11
D10:	
Cu:	
Cc:	

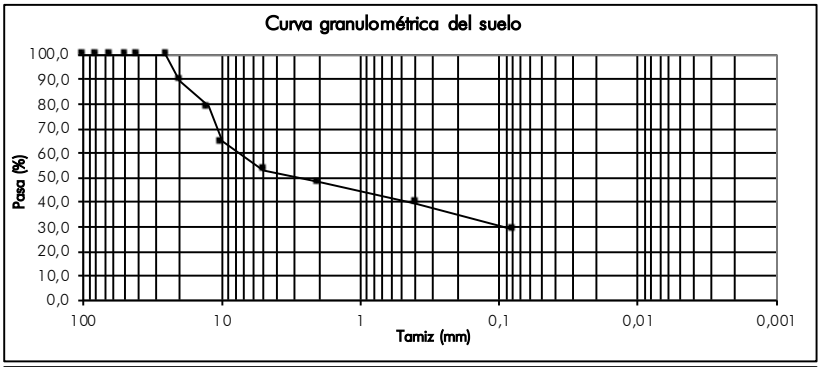
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

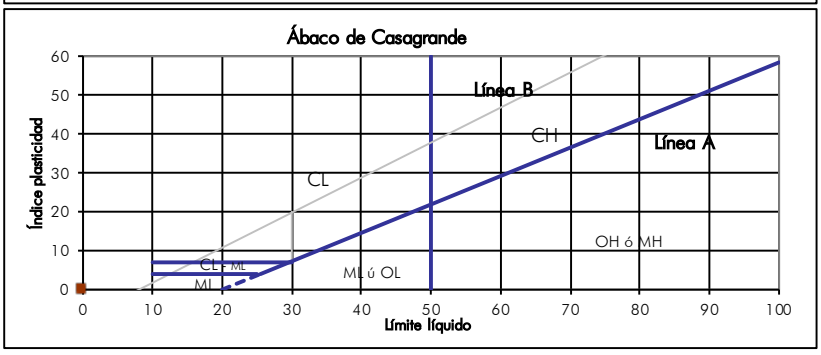
Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,31 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	5,0%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,43 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

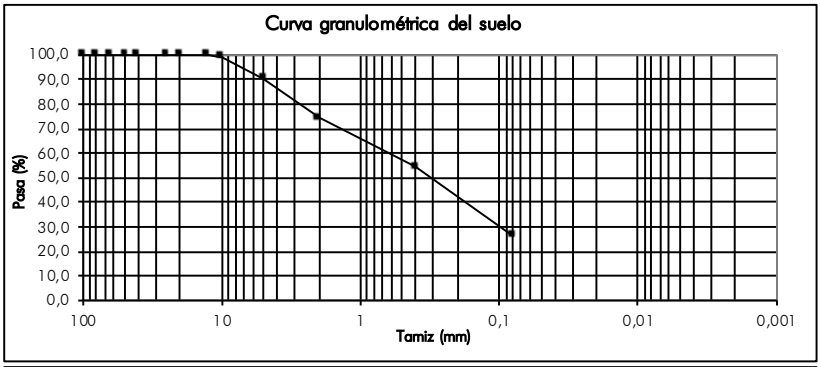
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Arena limosa SM
Procedencia: Sondeo 49 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 13,90-14,20 m

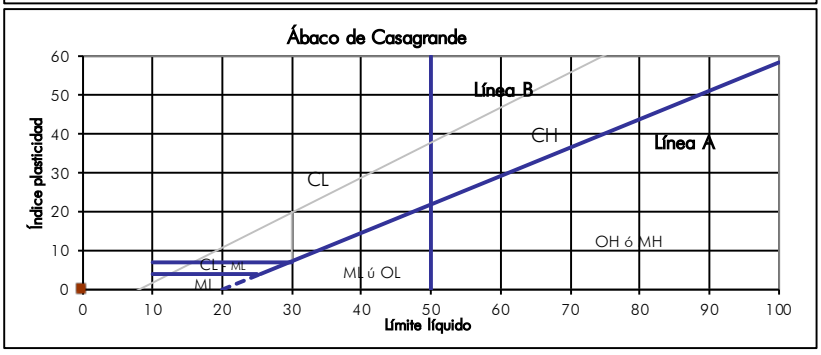
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	99,5
5	90,6
2	74,3
0,4	54,4
0,080	26,3
Arenas (%):	64,3
Gravas (%):	9,4
Finos (%)	26,3
D60:	0,85
D30:	0,12
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,31 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	5,8%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,44 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad CL
Procedencia: Sondeo 49 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 23,20-23,50 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	96,9
2	91,3
0,4	86,8
0,080	85,7

Arenas (%):	11,2
Gravas (%):	3,1
Finos (%)	85,7

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

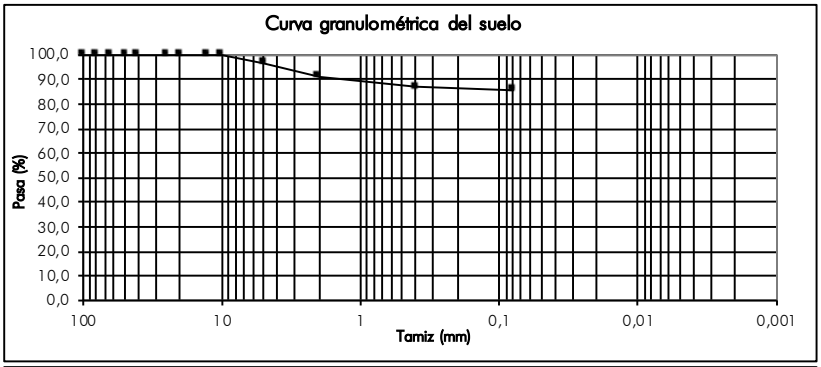
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

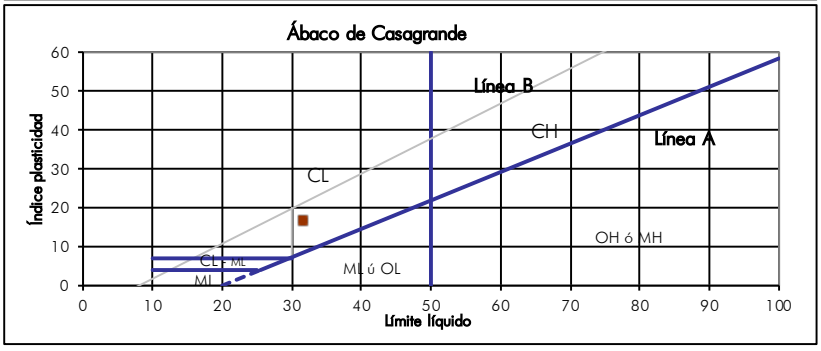
Límite líquido LL (%)	31,8
Límite plastico LP (%)	15,6
Índice plasticidad IP (%)	16,2

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,14 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	9,6%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,35 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

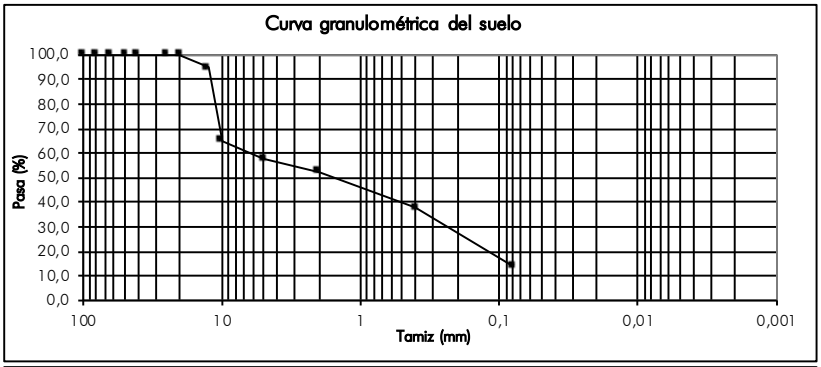
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Arena limosa con grava SM
Procedencia: Sondeo 49 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 27,60-28,10 m

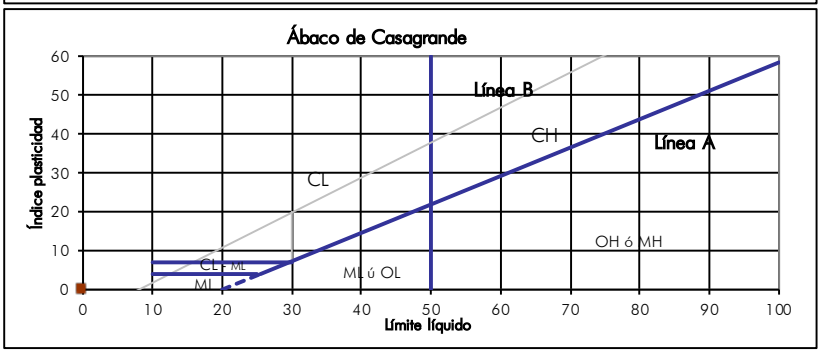
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	95,0
10	65,2
5	57,7
2	52,5
0,4	37,7
0,080	14,0
Arenas (%):	43,7
Gravas (%):	42,3
Finos (%)	14,0
D60:	**6,54**
D30:	**0,30**
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	2,23 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	7,2%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,39 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Arena arcillosa con grava SC
Procedencia: Sondeo 50 **Tipo de muestra:** MI **Profundidad:** 1,00-1,60 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	80,7
12,5	79,4
10	73,8
5	64,0
2	54,0
0,4	32,8
0,080	24,1
Arenas (%):	40,0
Gravas (%):	36,0
Finos (%)	24,1
D60:	3,79
D30:	0,30
D10:	
Cu:	
Cc:	

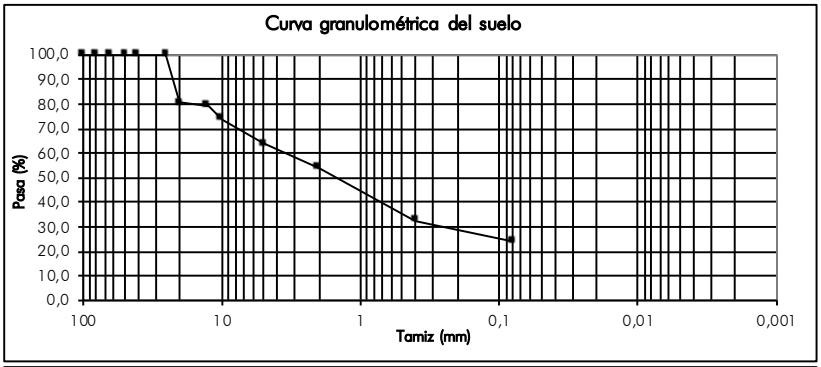
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

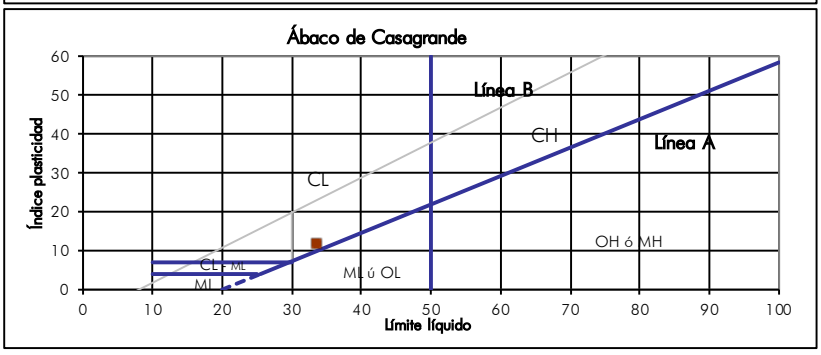
Límite líquido LL (%)	33,9
Límite plastico LP (%)	22,8
Índice plasticidad IP (%)	11,1

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	20,5%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Procedencia: Sondeo 50 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 4,70-4,90 m

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	99,0
5	91,8
2	88,1
0,4	83,6
0,080	61,8
Arenas (%):	30,0
Gravas (%):	8,2
Finos (%)	61,8

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

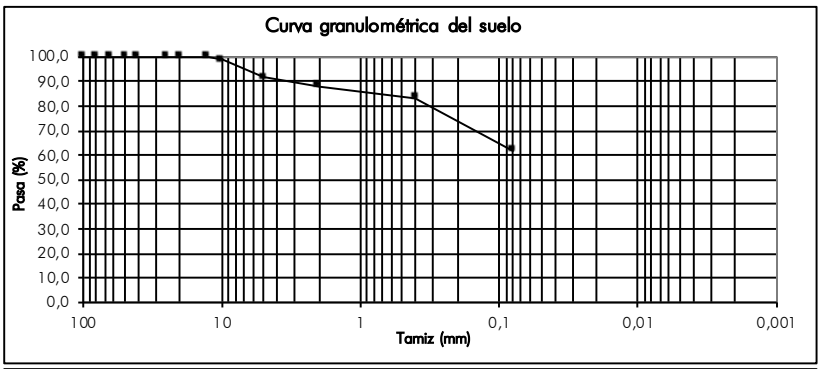
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

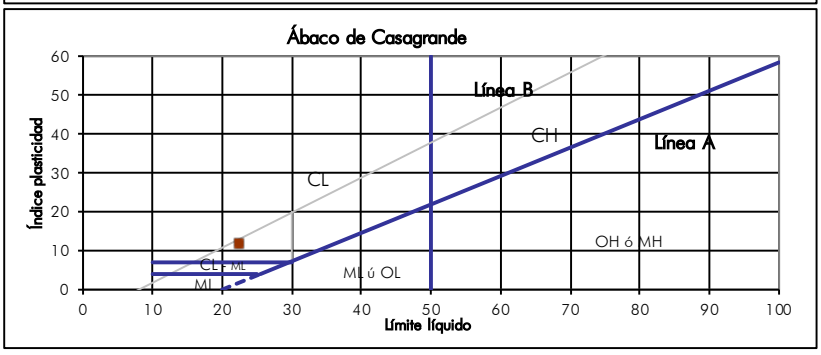
Límite líquido LL (%)	22,6
Límite plastico LP (%)	11,2
Índice plasticidad IP (%)	11,4

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	2,65 g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,93 g/cm^3
Humedad natural,(UNE 103.300)	12,0%
Densidad aparente,(UNE 103.301)	2,16 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

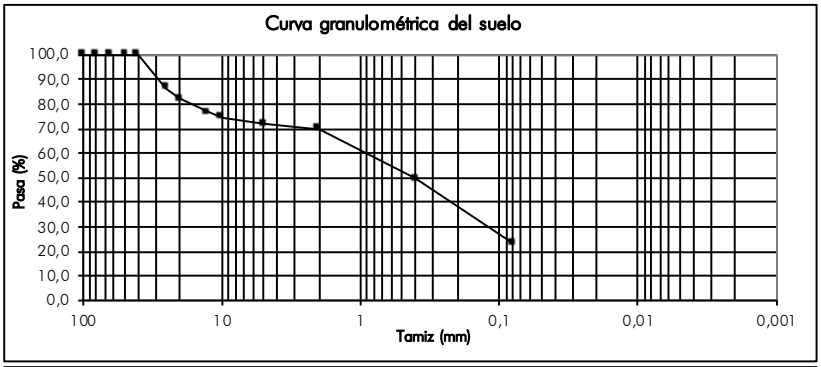
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Clasificación SUCS: Arena limosa con grava SM
Procedencia: Sondeo 50 **Tipo de muestra:** MA **Profundidad:** 7,30-7,50 m

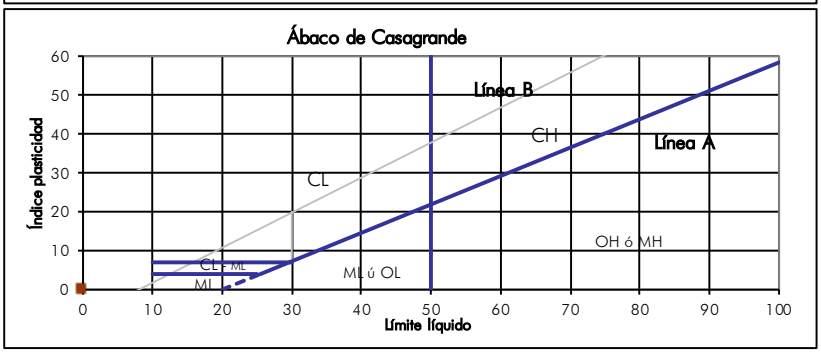
Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	86,5
20	82,1
12,5	76,7
10	74,8
5	71,9
2	69,8
0,4	49,5
0,080	23,3
Arenas (%):	48,6
Gravas (%):	28,1
Finos (%)	23,3
D60:	**1,23**
D30:	**0,16**
D10:	
Cu:	
Cc:	

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	0,0
Límite plastico LP (%)	0,0
Índice plasticidad IP (%)	0,0
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad con arena CL
Procedencia: Sondeo 50 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 11,10-11,40 m

Granulometría : (UNE-103101)

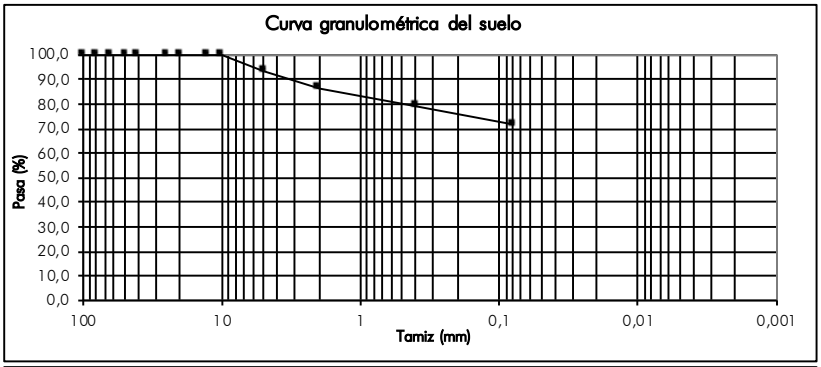
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	93,9
2	86,6
0,4	79,6
0,080	71,8

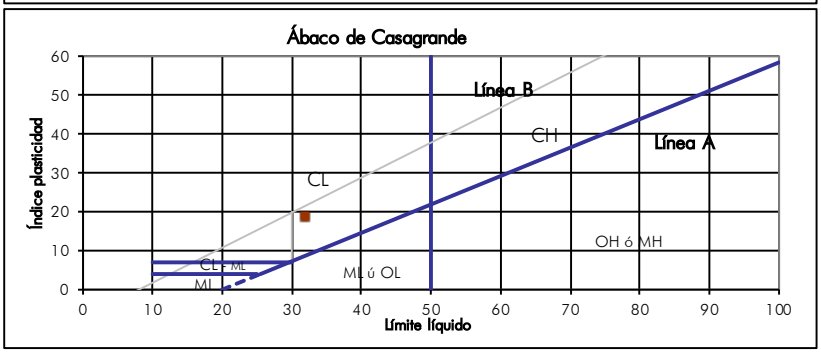
Arenas (%):	22,1
Gravas (%):	6,1
Finos (%)	71,8

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	32,2
Límite plastico LP (%)	14,1
Índice plasticidad IP (%)	18,1
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,84 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	17,5%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,16 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad CL
Procedencia: Sondeo 50 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 160,90-17,20 r

Granulometría : (UNE-103101)

Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,7
2	99,4
0,4	98,3
0,080	94,0

Arenas (%):	5,7
Gravas (%):	0,3
Finos (%)	94,0

D60:
D30:
D10:

Cu:
Cc:

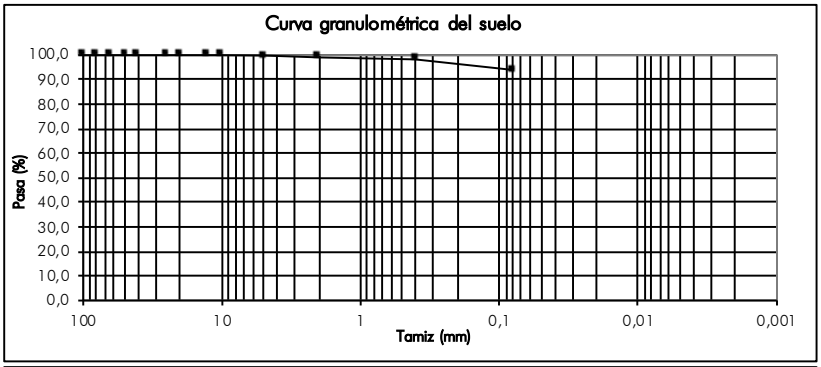
Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

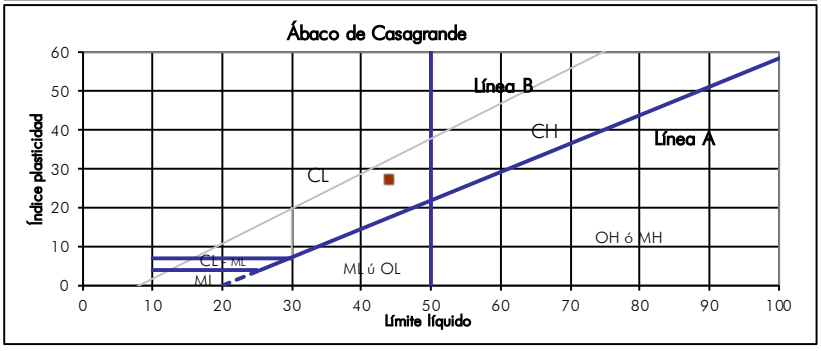
Límite líquido LL (%)	44,3
Límite plastico LP (%)	17,6
Índice plasticidad IP (%)	26,7

Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%

Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,76 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	18,5%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,09 g/cm^3

Presión de hinchamiento (UNE-103602) kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab.Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYOS DE SUELO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. **N/REF.:** GT.2022/30
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.
Tipo de suelo: Suelo de partículas finas.
Clasificación SUCS: Arcilla media plasticidad CL
Procedencia: Sondeo 50 **Tipo de muestra:** TP **Profundidad:** 21,13-21,50 m

Granulometría : (UNE-103101)

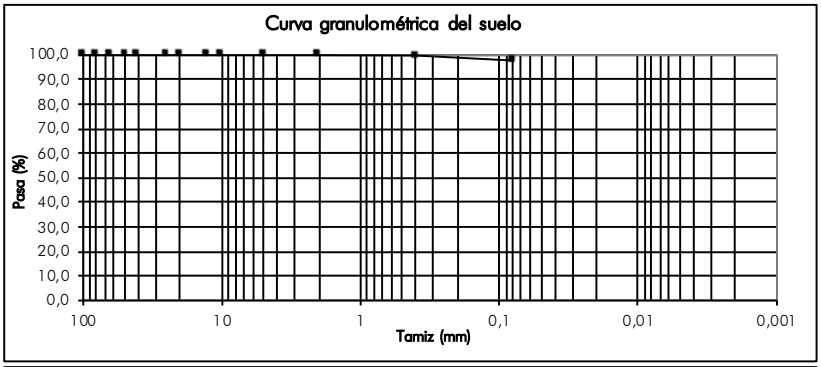
Tamiz (mm)	Pasante (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,080	97,8

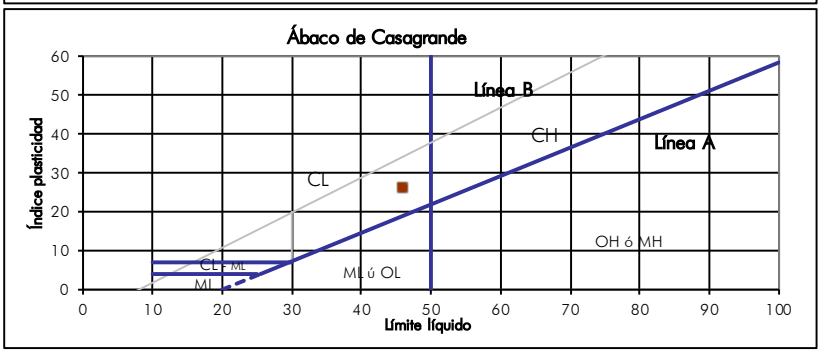
Arenas (%):	2,2
Gravas (%):	0,0
Finos (%)	97,8

D60:
D30:
D10:
Cu:
Cc:

Límites de Atterberg, (UNE-103103/103104)

Límite líquido LL (%)	46,3
Límite plastico LP (%)	20,5
Índice plasticidad IP (%)	25,8
Contenido en sulfatos $SO_4^=$ (UNE-83963:08)	mg/kg
Acidez Baumann-Gully, (EHE)	ml
Crabonatos (UNE 103200)	%
Peso específico, (UNE-103.302)	g/cm^3
Densidad seca, (UNE 103.301)	1,72 g/cm^3
Humedad natural, (UNE 103.300)	20,1%
Densidad aparente, (UNE 103.301)	2,07 g/cm^3
Presión de hinchamiento (UNE-103602)	kg/cm^2





Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	**Ángel Luis Martín García**	**Tomás Monteagudo Camacho**
Directora Téc.Lab.Sevilla	**Responsable ensayos químicos**	**Responsable ensayos**
Lda. CC. Geológicas	**Ldo. en CC. Químicas**	**Ldo. CC. Geológicas**

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

INFORME DE ENSAYO DE SUELO

Resultados analíticos de suelo

DATOS DEL PETICIONARIO N/REF.: 2022/30

Nombre : Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.

Obra : Central Nuclear de Cofrentes.

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia: Sondeo 40 Profundidad: 7,00-7,25 m.

Tipo : M.I.

DATOS DEL ENSAYO

Norma o procedimiento de ensayo: UNE 83962:2008 (EHE-8)/Erratum:2011 y UNE-103200.

Condiciones ambientales: Local de ensayo climatizado

RESULTADOS

Ensayo realizado	Resultado obtenido
Acidez Baumann-Gully (ml NaOH/Kg)	10,2
$SO_4^{=}$ (UNE-83963:08)(mg/Kg) =	1056
Carbonatos (%)	29,8

LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN Sevilla, a 24 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Los resultados reflejados en este informe, solo afectan a la muestra ensayada
Este informe no deberá reproducirse, total o parcialmente sin la aprobación por escrito de CODEXSA Ingeniería y Control, S.L.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS

ENSAYO DE PRESIÓN DE HINCHAMIENTO

DATOS DEL PETICIONARIO: **N/RF.:** GT.2022/30

Nombre: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
Obra Central Nuclear de Cofrentes.

DATOS MUESTRA:

Procedencia: S-41 **Profundidad:** 7,80-8,21 m
Tipo de muestra MI

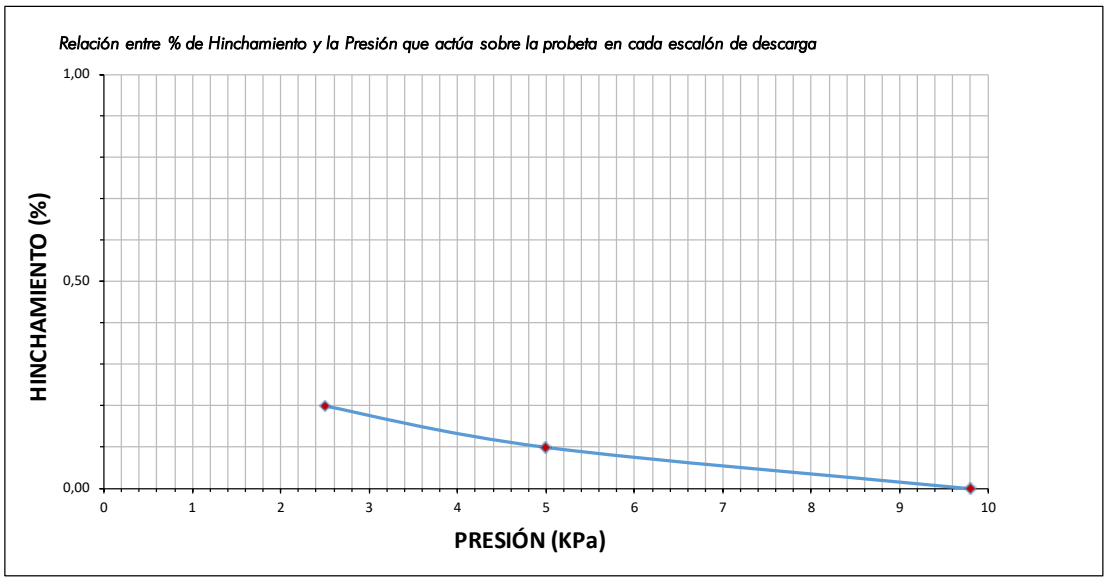
DATOS DEL ENSAYO:

Norma o procedimiento de ensayo: UNE-103602-96 (CTE)
Condiciones ambientales: Local de ensayo climatizado

MUESTRA TALLADA :

Humedad inicial: 15,2%
Humedad final: 16,8%

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO:	9,81 kPa 0,1 kp/cm^2
HICHAMIENTO LIBRE:	0,20%



Sevilla, 27 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa
Ingeniería y Control S.L.
C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS

ENSAYO DE PRESIÓN DE HINCHAMIENTO

DATOS DEL PETICIONARIO: **N/RF.:** GT.2022/30

Nombre: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
Obra Central Nuclear de Cofrentes.

DATOS MUESTRA:

Procedencia: S-48 **Profundidad:** 3,00-3,60
Tipo de muestra MI

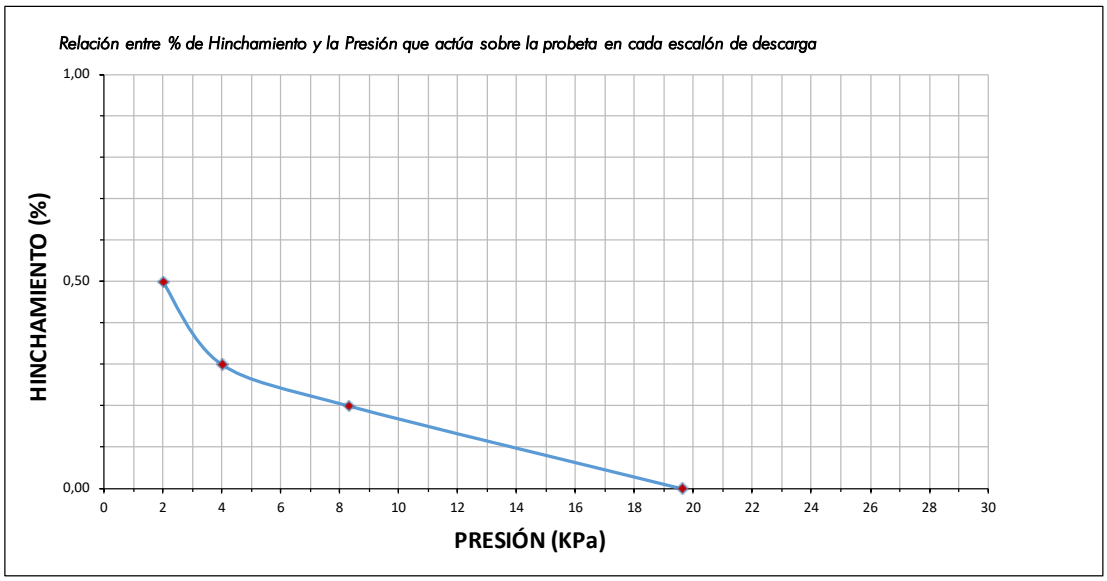
DATOS DEL ENSAYO:

Norma o procedimiento de ensayo: UNE-103602-96 (CTE)
Condiciones ambientales: Local de ensayo climatizado

MUESTRA TALLADA :

Humedad inicial: 10,1%
Humedad final: 13,5%

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO:	19,6 kPa 0,2 kp/cm^2
HICHAMIENTO LIBRE:	0,50%



Sevilla, 27 de junio de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

INFORME DE ENSAYOS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN

DATOS DEL PETICIONARIO **N/REF.:** GT.2022/30

Nombre: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
Obra: Central Nuclear de Cofrentes.

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia: Sondeo S-2 Profundidad: ~ 2,10 m
Tipo de muestra: Agua (N.F.)

DATOS DEL ENSAYO

Norma o procedimiento de ensayo: EHE 2008
Fecha de la realización: 23/5/22
Condiciones ambientales: Local de ensayo climatizado

RESULTADOS

Ensayos realizados	Resultados obtenidos	Norma
Sulfato (mg/l)	20,2	UNE 83956:2008 (EHE-08)
pH	8,7	UNE 83952:2008 (EHE-08)
Residuo Seco (mg/l)	358	UNE 83957:2008 (EHE-08)
Magnesio (mg/l)	34	UNE 83955:2008 (EHE-08)
Amonio (mg/l)	<1	UNE 83954:2008 (EHE-08)
Dióxido de carbono (mg/l)	10	UNE-EN 13577:08 (EHE-08)
Cloruros (mg/l)	53	UNE 7178:1960

LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN Sevilla, a 23 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab. Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Los resultados reflejados en este informe, solo afectan a la muestra ensayada

Este informe no deberá reproducirse, total o parcialmente sin la aprobación por escrito de CODEXSA Ingeniería y Control, S.L.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

INFORME DE ENSAYOS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN

DATOS DEL PETICIONARIO

N/REF.: GT.2022/30

Nombre: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
Obra: Central Nuclear de Cofrentes.

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia: Sondeo S-3 Profundidad: ~ 18,3 m
Tipo de muestra: Agua (N.F.)

DATOS DEL ENSAYO

Norma o procedimiento de ensayo: EHE 2008
Fecha de la realización: 23/5/22
Condiciones ambientales: Local de ensayo climatizado

RESULTADOS

Ensayos realizados	Resultados obtenidos	Norma
Sulfato (mg/l)	377,9	UNE 83956:2008 (EHE-08)
pH	8,7	UNE 83952:2008 (EHE-08)
Residuo Seco (mg/l)	1078	UNE 83957:2008 (EHE-08)
Magnesio (mg/l)	30	UNE 83955:2008 (EHE-08)
Amonio (mg/l)	<1	UNE 83954:2008 (EHE-08)
Dióxido de carbono (mg/l)	11	UNE-EN 13577:08 (EHE-08)
Cloruros (mg/l)	117	UNE 7178:1960

LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN

Sevilla, a 23 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez	Ángel Luis Martín García	Tomás Monteagudo Camacho
Directora Téc.Lab. Sevilla	Responsable ensayos químicos	Responsable ensayos
Lda. CC. Geológicas	Ldo. en CC. Químicas	Ldo. CC. Geológicas

Los resultados reflejados en este informe, solo afectan a la muestra ensayada

Este informe no deberá reproducirse, total o parcialmente sin la aprobación por escrito de CODEXSA Ingeniería y Control, S.L.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 40
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 8,60-9,00 m.

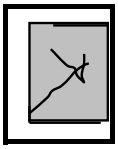
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

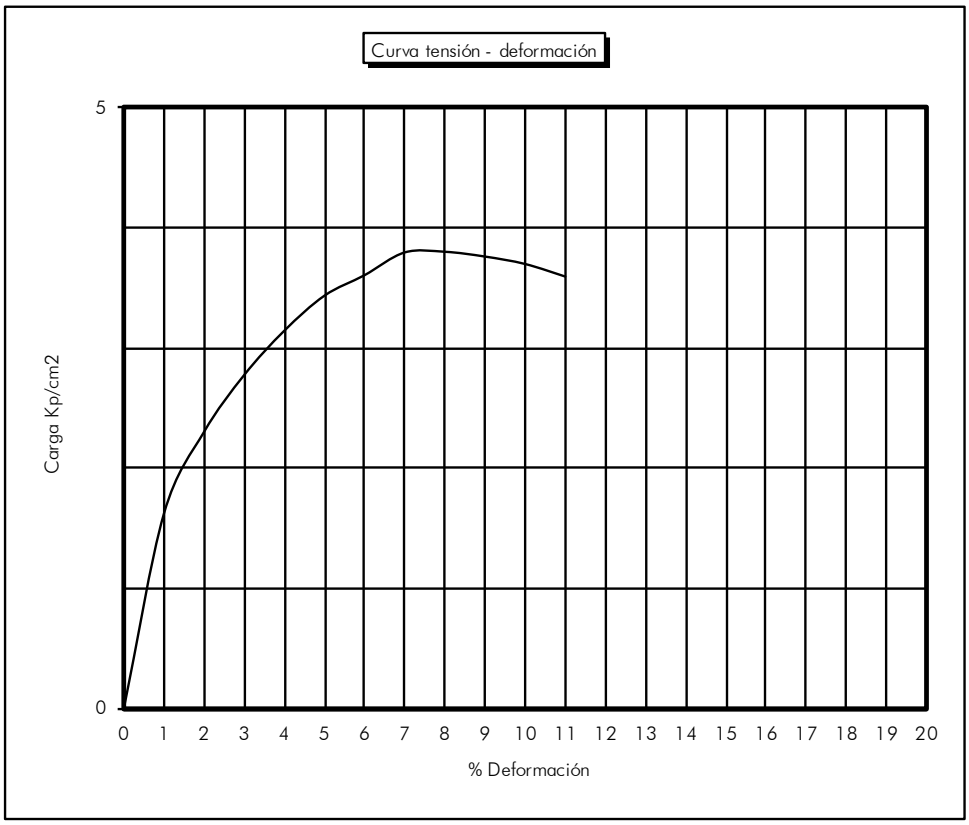
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 14,7

Humedad : 12,8% Densidad seca (g/cm^3): 2,01

Resistencia a compresión máxima : 3,80 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	1,62
2	2,30
3	2,77
4	3,14
5	3,43
6	3,60
7	3,79
8	3,80
9	3,76
10	3,70
11	3,59
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 40
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 15,90-16,45 m.

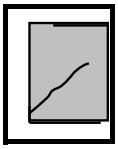
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

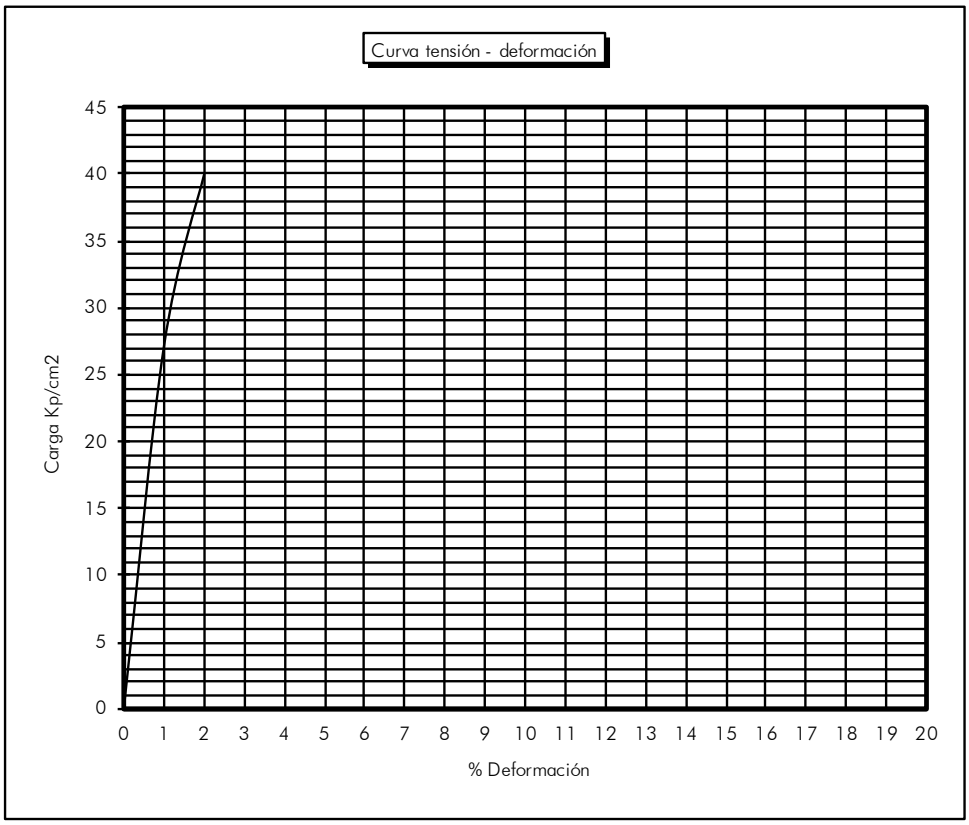
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 8,4

Humedad : 12,8% Densidad seca (g/cm^3): 5,92

Resistencia a compresión máxima : 39,94 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	27,09
2	39,94
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 40
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 21,50-21,75 m.

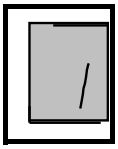
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

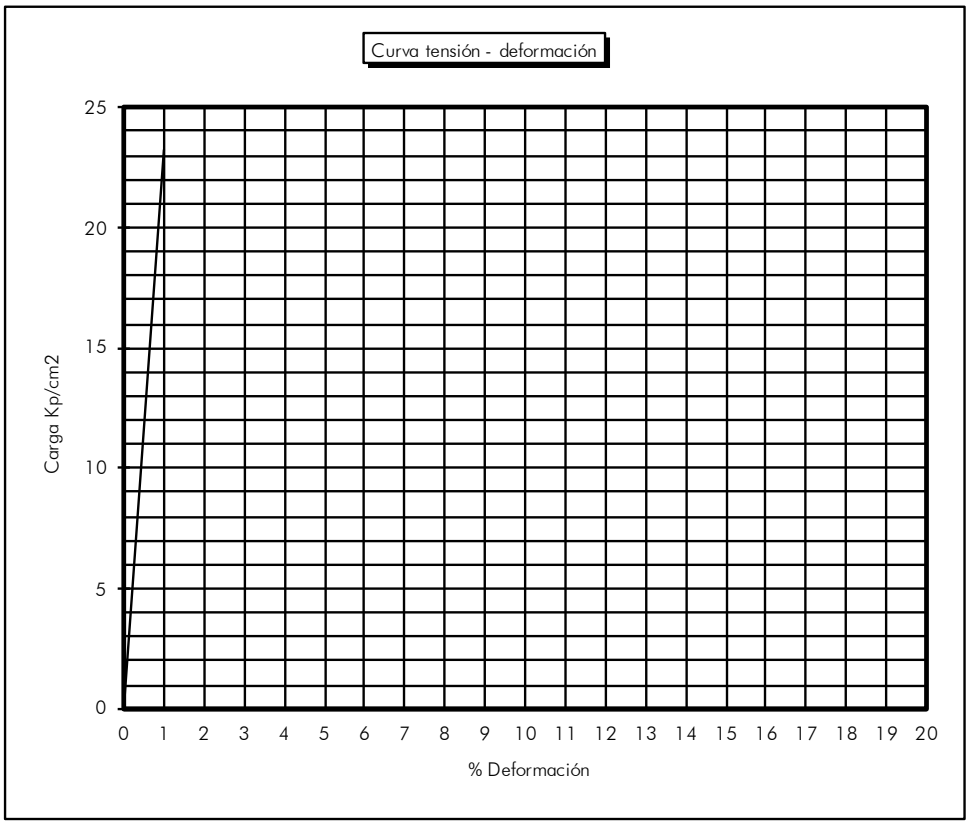
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 18,4

Humedad : 3,7% Densidad seca (g/cm^3): 2,47

Resistencia a compresión máxima : 23,22 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	23,22
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 40
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 28,10-28,50 m.

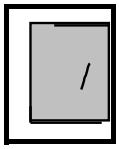
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

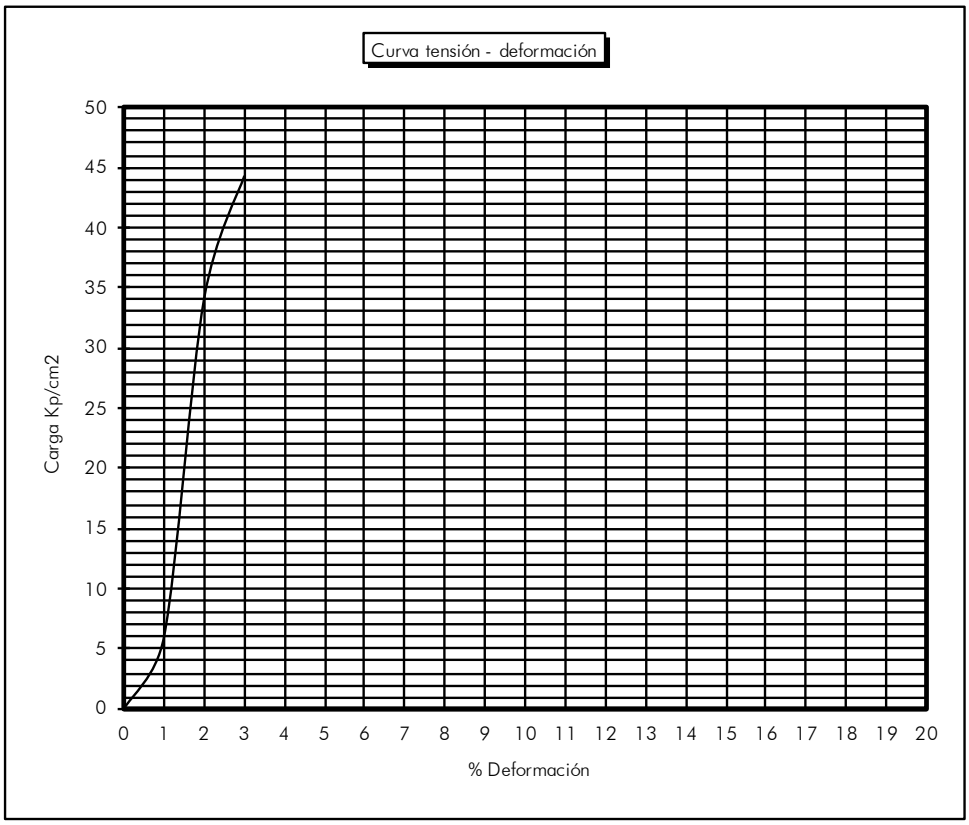
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.): 22,1

Humedad : 4,5% Densidad seca (g/cm^3): 2,37

Resistencia a compresión máxima : 44,24 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	5,95
2	34,06
3	44,24
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 40
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 33,90-34,20 m.

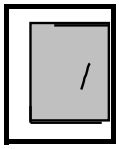
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

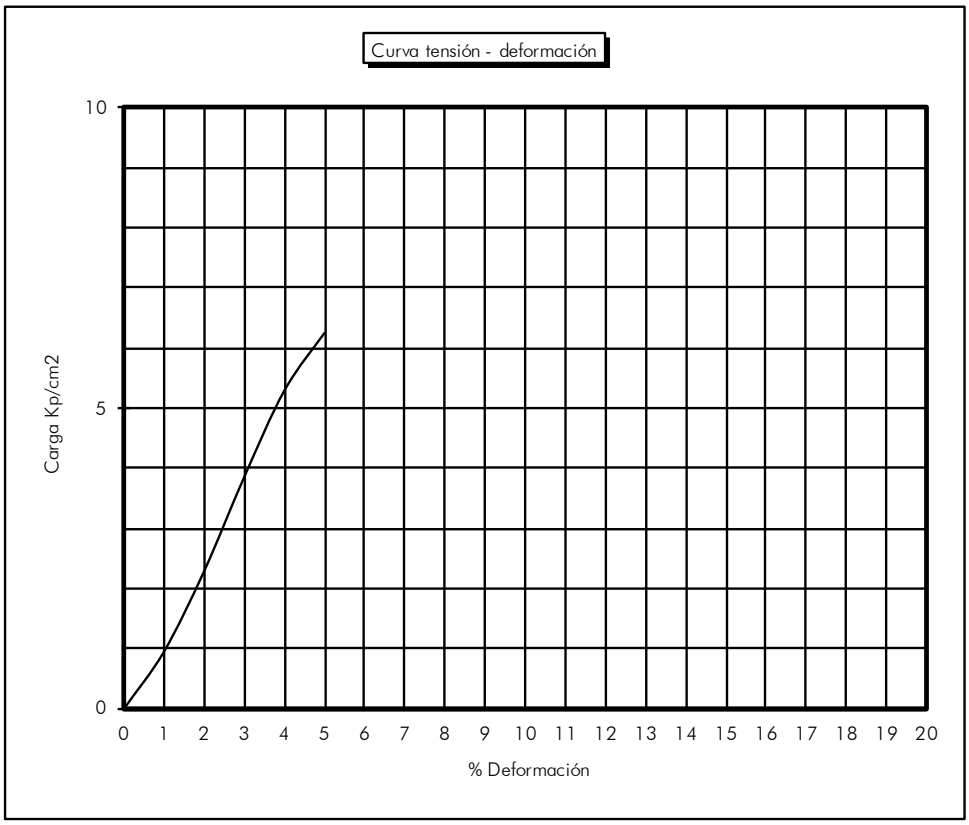
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 21,85

Humedad : 13,3% Densidad seca (g/cm^3): 1,98

Resistencia a compresión máxima : 6,25 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	0,95
2	2,29
3	3,85
4	5,29
5	6,25
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

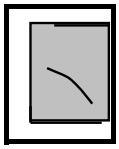
PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

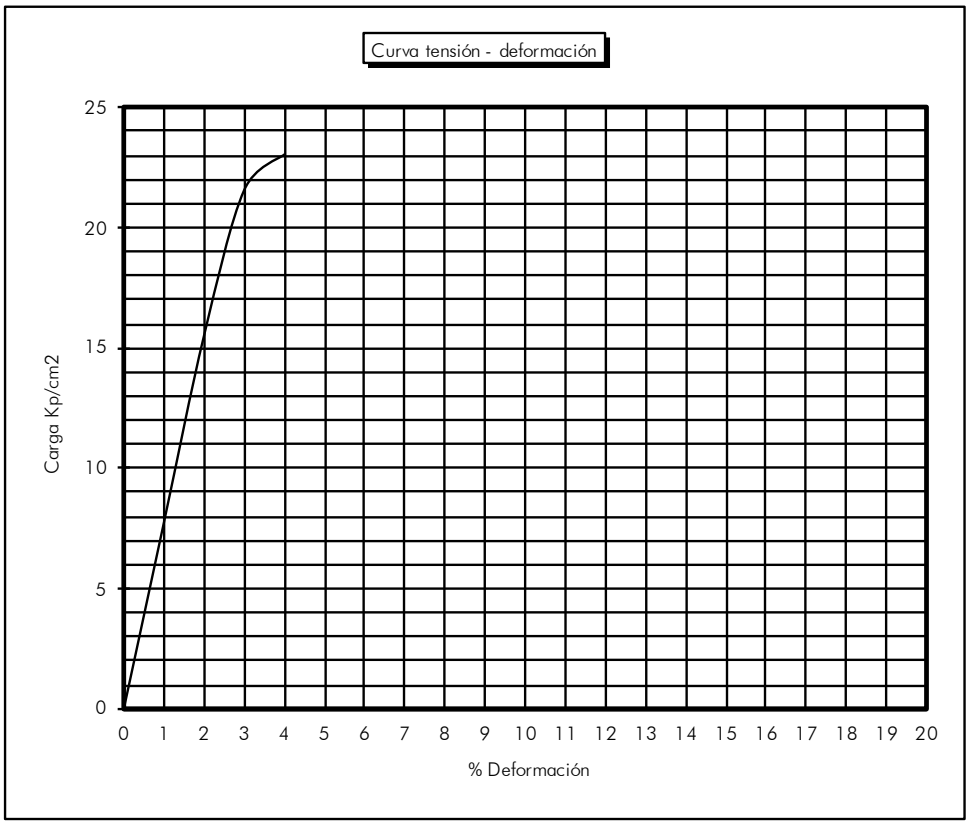
Procedencia: Sondeo 41
Tipo de Muestra: TP
Profundidad: 16,50-16,80 m.

DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

Diámetro probeta (cm.) : 7
Altura probeta (cm.) : 21
Humedad : 9,8%
Densidad seca (g/cm^3): 2,12
Resistencia a compresión máxima : 23,03 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	7,74
2	15,51
3	21,55
4	23,03
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 41
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 21,00-21,30 m.

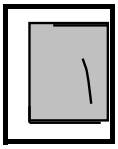
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

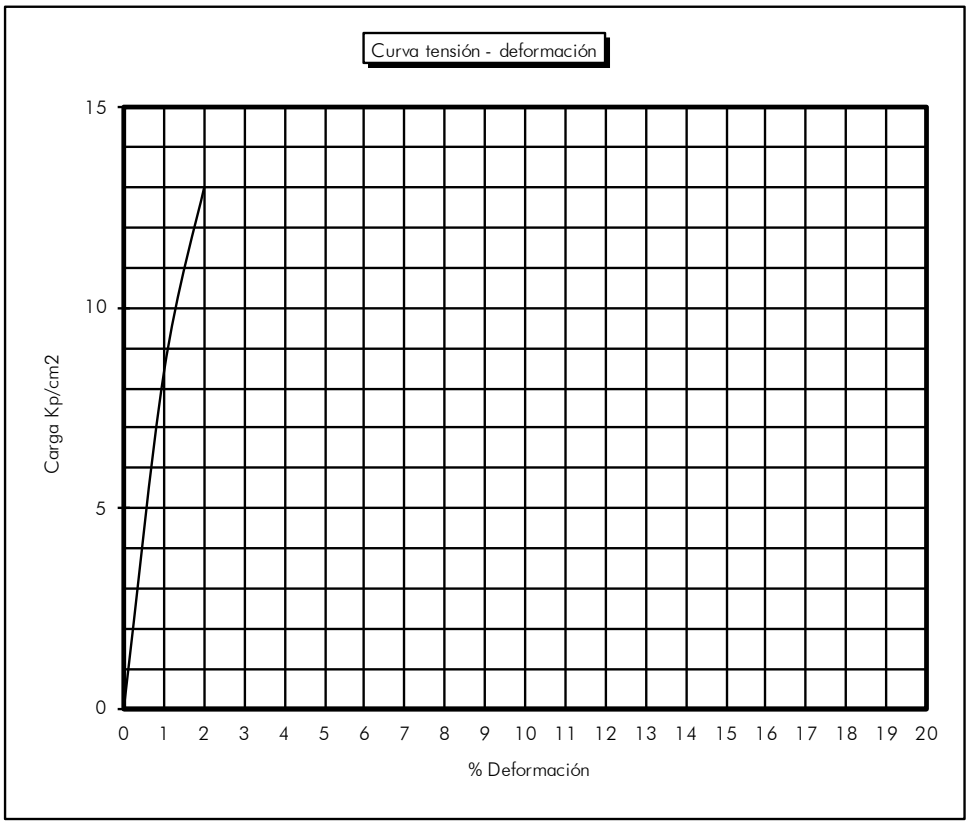
Diámetro probeta (cm.) : 7,15 Altura probeta (cm.): 21,2

Humedad : 4,7% Densidad seca (g/cm^3): 2,31

Resistencia a compresión máxima : 12,98 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	8,38
2	12,98
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 41
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 27,50-27,90 m.

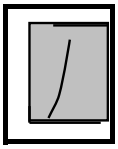
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

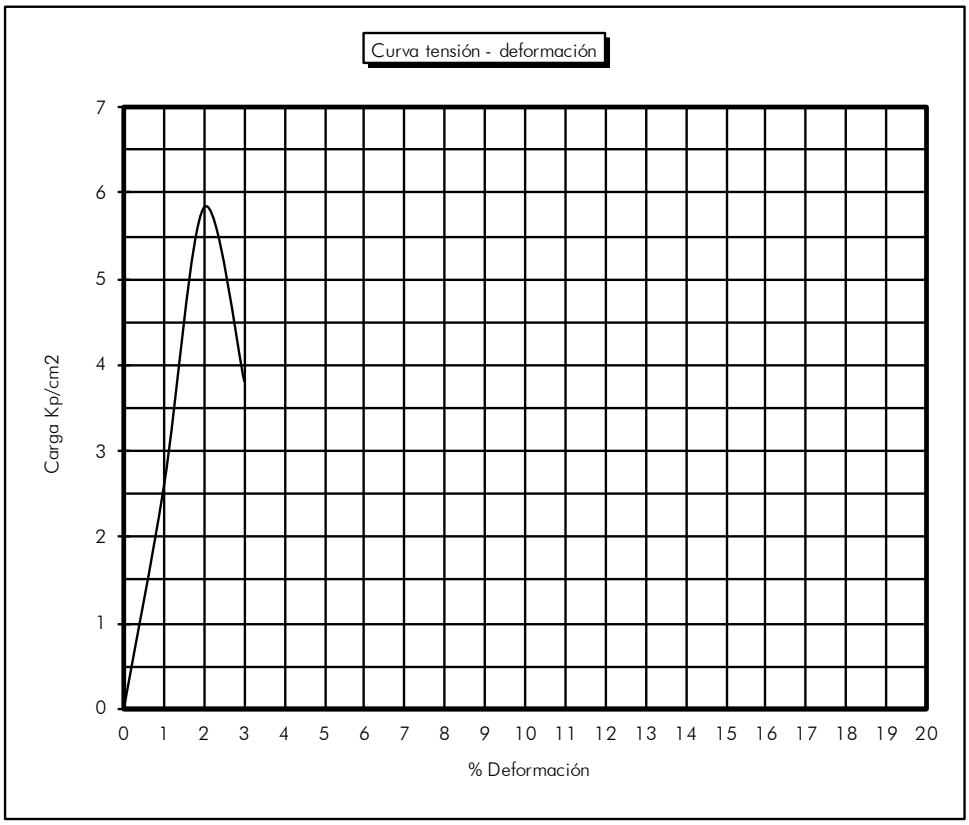
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 15,3

Humedad : 18,0% Densidad seca (g/cm^3): 1,82

Resistencia a compresión máxima : 5,83 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	2,59
2	5,83
3	3,82
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 42
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 14,60-15,00 m.

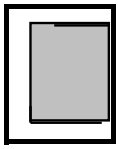
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

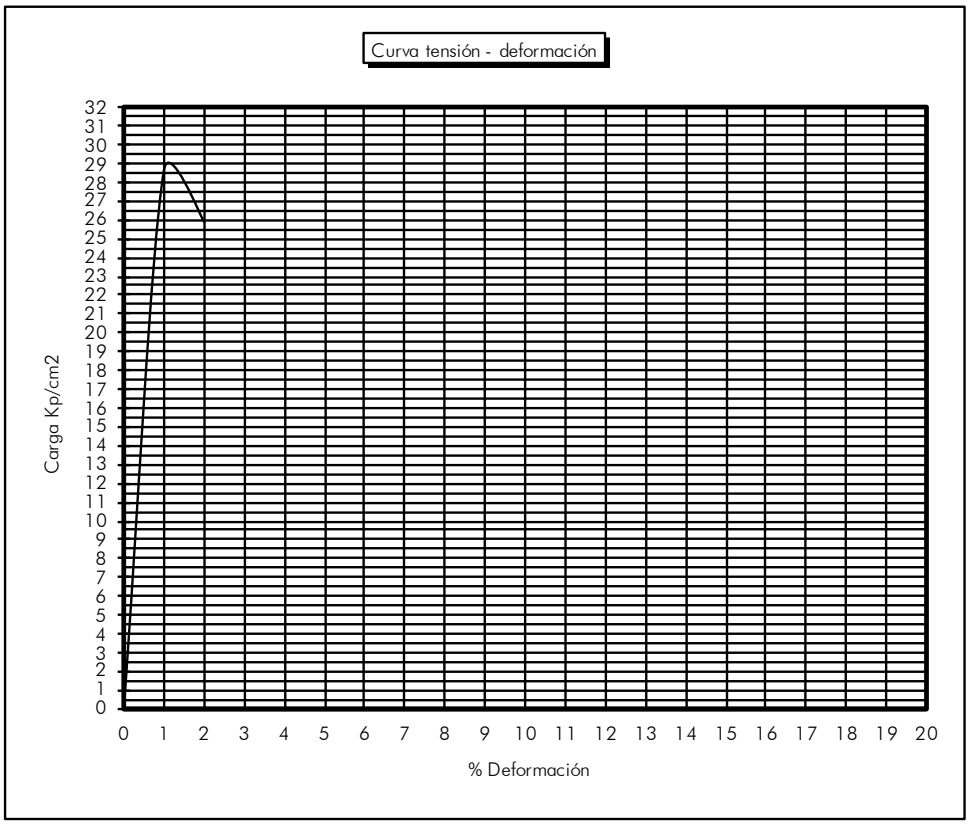
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 14,9

Humedad : 8,1% Densidad seca (g/cm^3): 2,23

Resistencia a compresión máxima : 28,64 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	28,64
2	25,90
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 42
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 17,15-17,40 m.

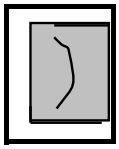
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

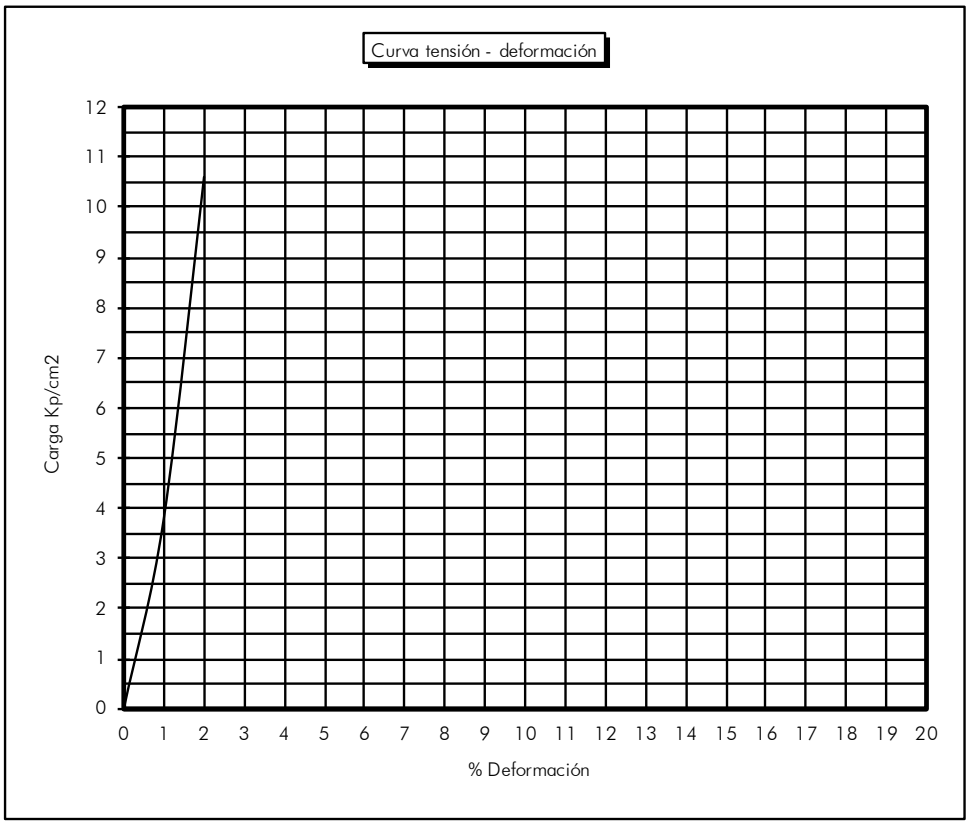
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 14,9

Humedad : 9,7% Densidad seca (g/cm^3): 2,12

Resistencia a compresión máxima : 10,61 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	3,81
2	10,61
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 42
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 18,70-19,20 m.

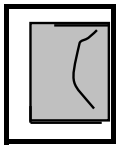
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

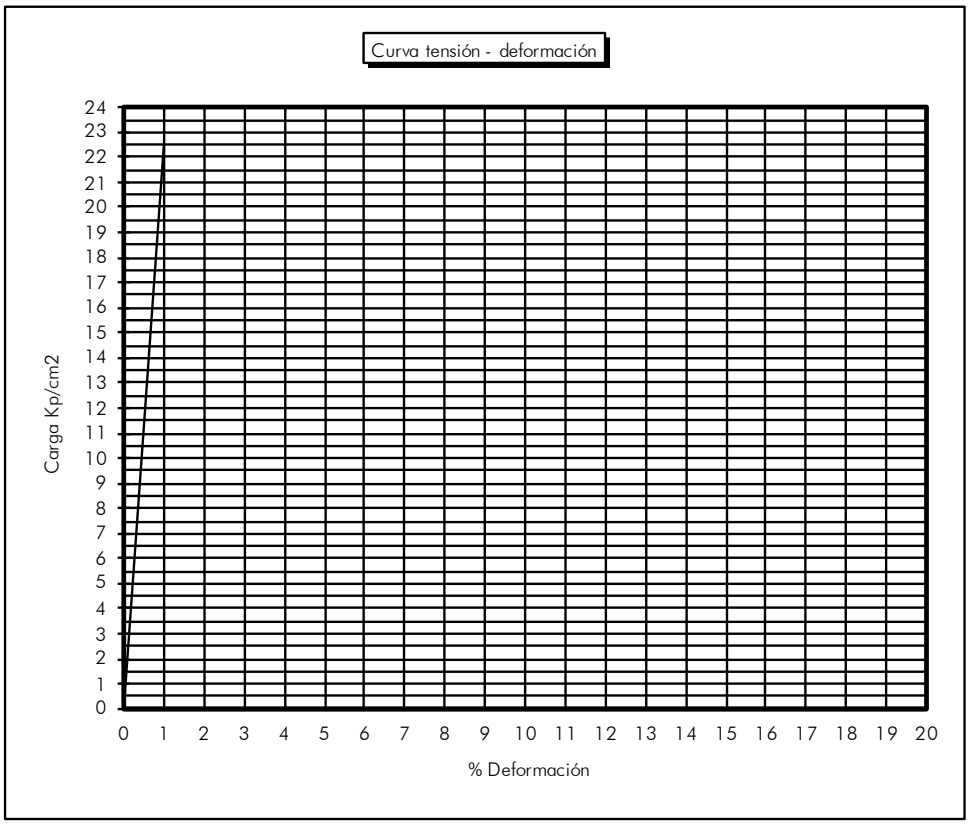
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 20,6

Humedad : 4,4% Densidad seca (g/cm^3): 2,41

Resistencia a compresión máxima : 22,50 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	22,50
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 42
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 24,60-25,00 m.

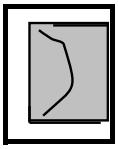
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

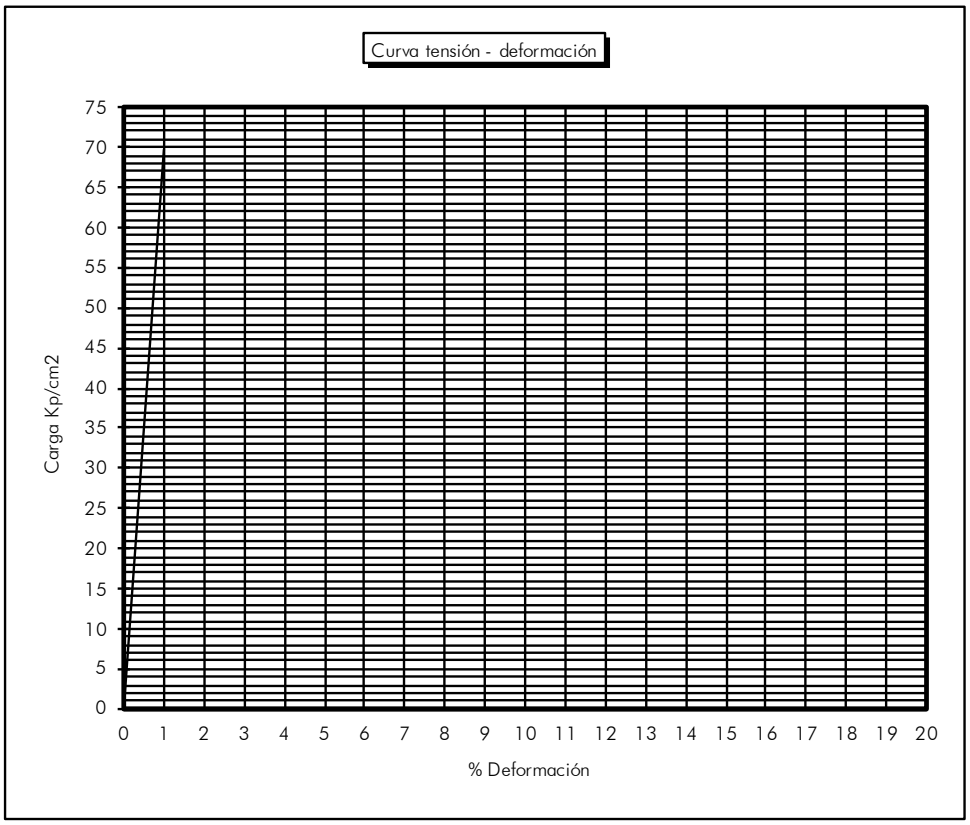
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 14,5

Humedad : 3,4% Densidad seca (g/cm^3): 2,53

Resistencia a compresión máxima : 69,70 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	69,70
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 42
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 34,50-35,20 m.

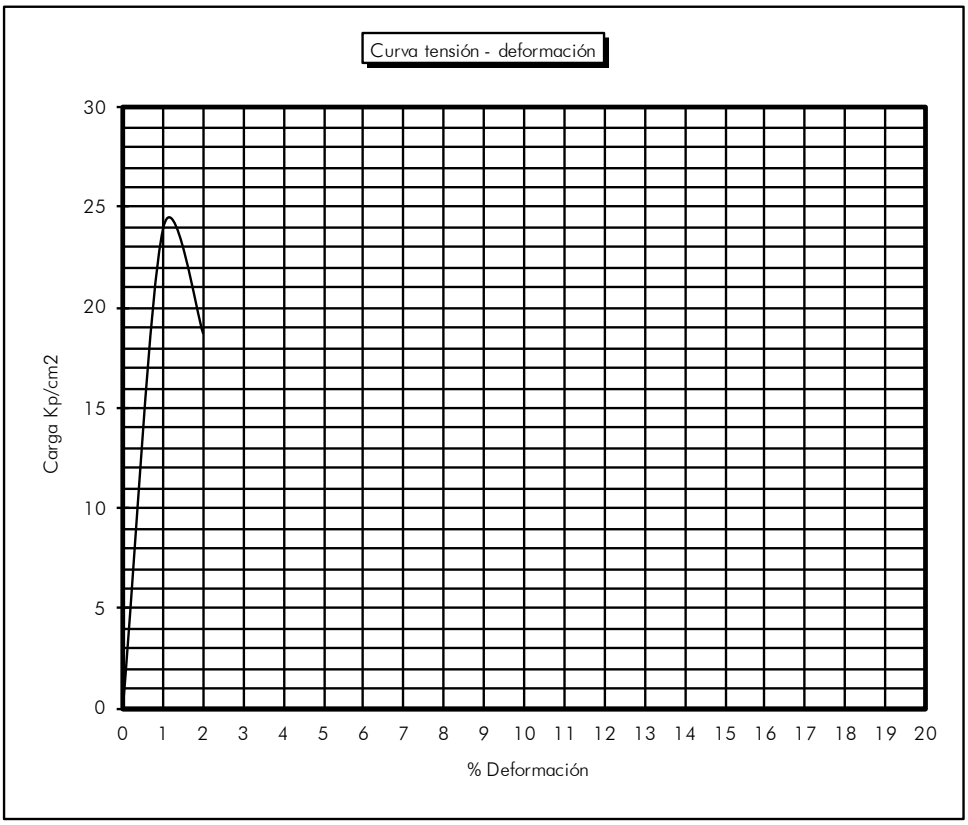
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 14,5

Humedad : 3,5% Densidad seca (g/cm^3): 2,47

Resistencia a compresión máxima : 23,90 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta



%	Kp/cm^2
0	0
1	23,90
2	18,73
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 14,20-14,50 m.

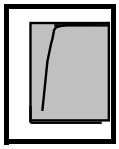
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

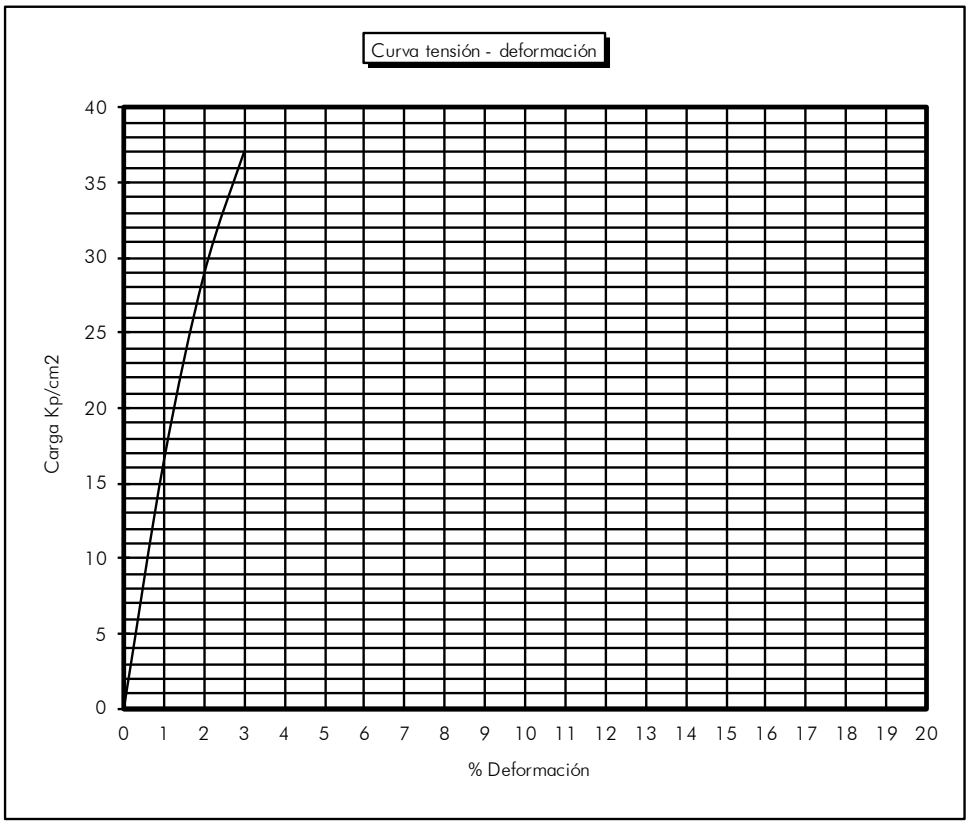
Diámetro probeta (cm.) : 6,2 Altura probeta (cm.) : 17,4

Humedad : 10,0% Densidad seca (g/cm^3): 2,08

Resistencia a compresión máxima : 37,03 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	16,49
2	28,89
3	37,03
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 18,50-18,80 m.

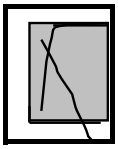
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

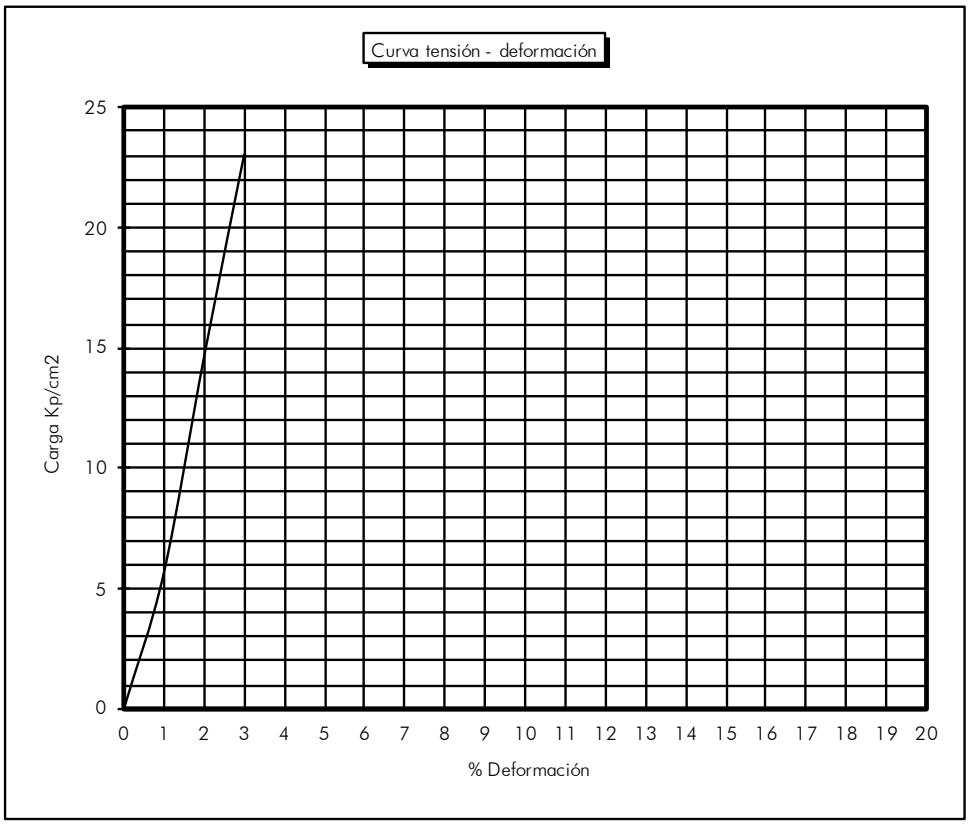
Diámetro probeta (cm.) : 6,2 Altura probeta (cm.) : 18,4

Humedad : 8,4% Densidad seca (g/cm^3): 2,15

Resistencia a compresión máxima : 23,03 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	5,66
2	14,62
3	23,03
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 27,65-27,95 m.

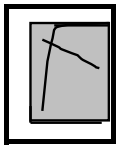
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

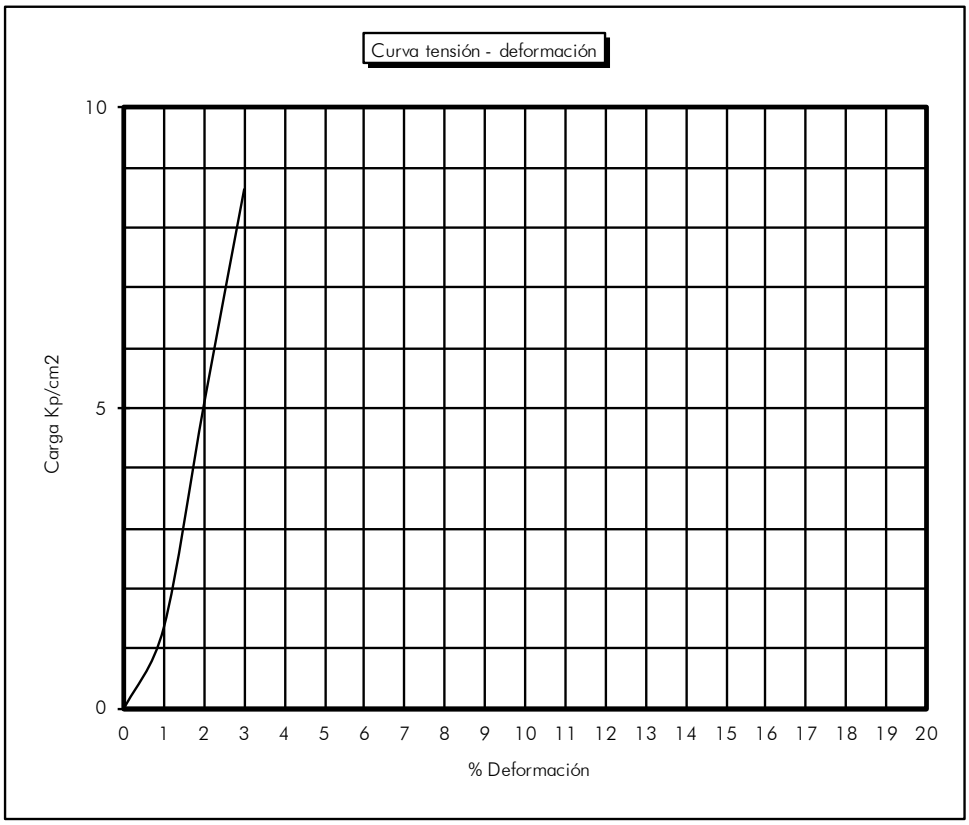
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 19,9

Humedad : 11,1% Densidad seca (g/cm^3): 2,05

Resistencia a compresión máxima : 8,63 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	1,36
2	5,07
3	8,63
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 34,30-34,60 m.

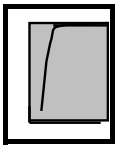
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

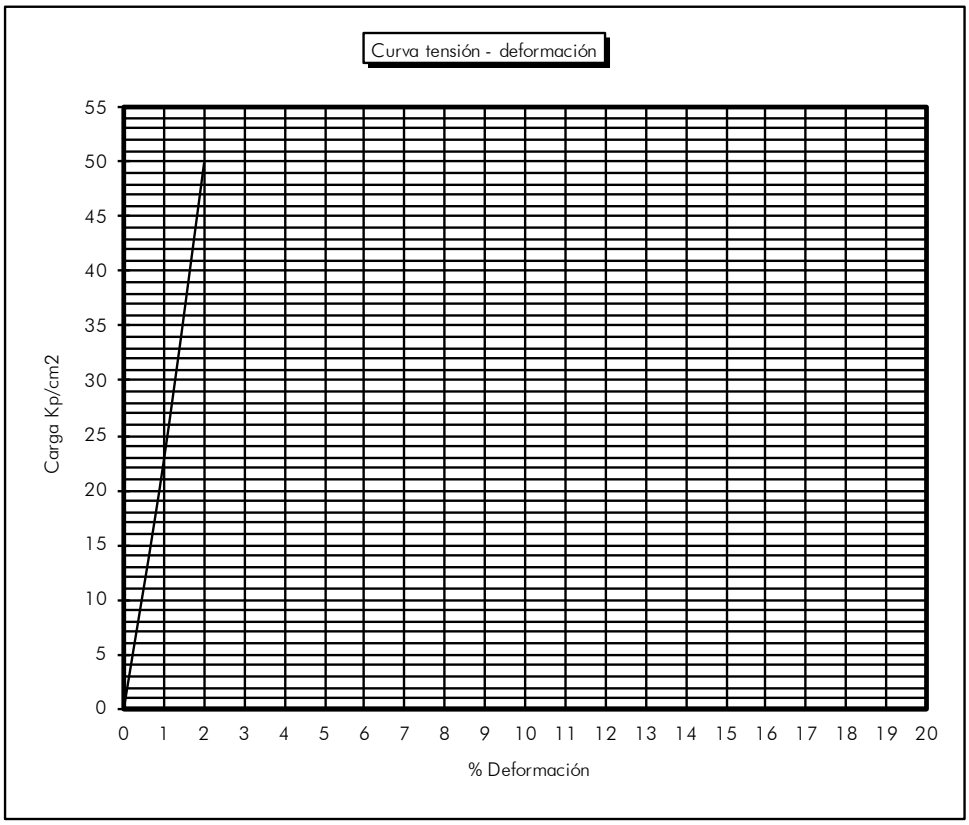
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 14,4

Humedad : 9,6% Densidad seca (g/cm^3): 2,11

Resistencia a compresión máxima : 49,85 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	22,75
2	49,85
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 39,70-40,0 m.

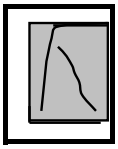
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

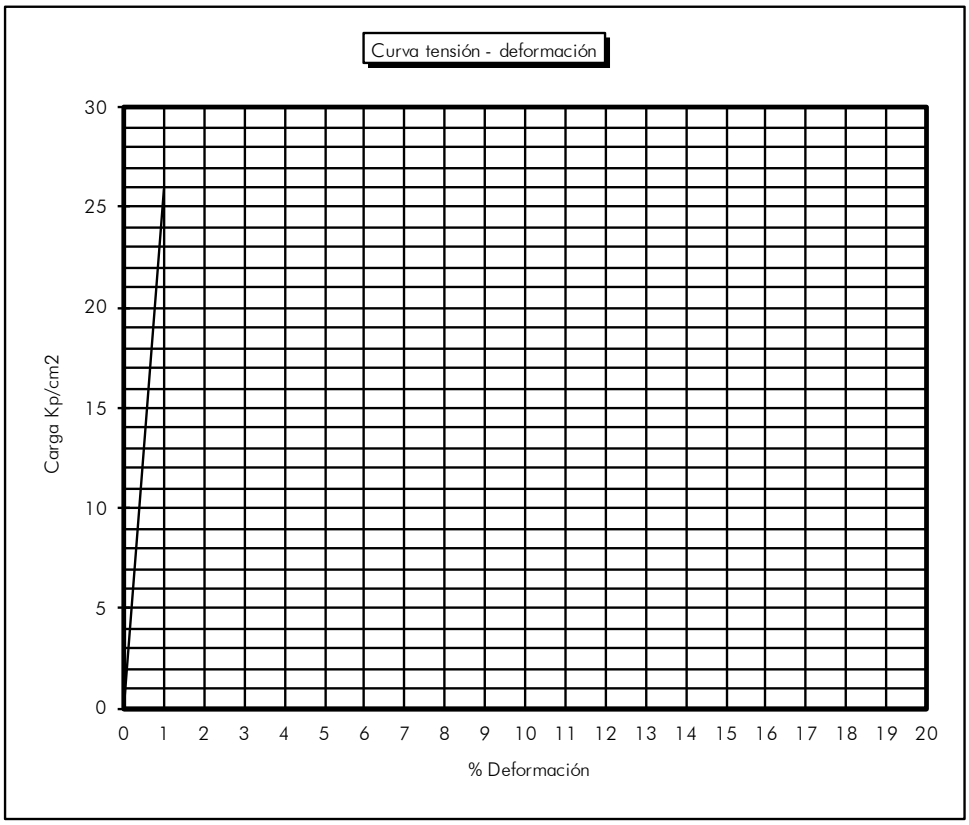
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 14,8

Humedad : 9,5% Densidad seca (g/cm^3): 2,19

Resistencia a compresión máxima : 25,90 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	25,90
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 42,70-43,00 m.

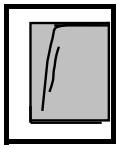
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

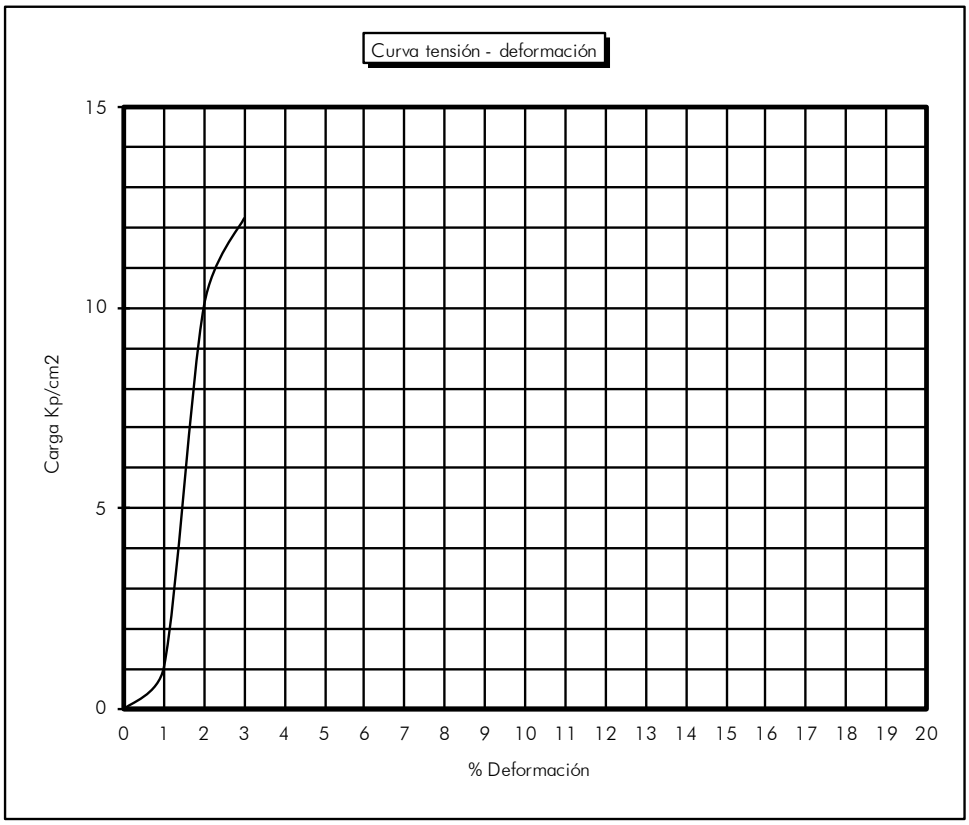
Diámetro probeta (cm.) : 6,2 Altura probeta (cm.) : 13

Humedad : 14,5% Densidad seca (g/cm^3): 1,90

Resistencia a compresión máxima : 12,23 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	1,04
2	10,06
3	12,23
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 47,30-47,60 m.

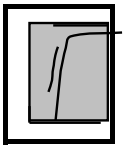
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

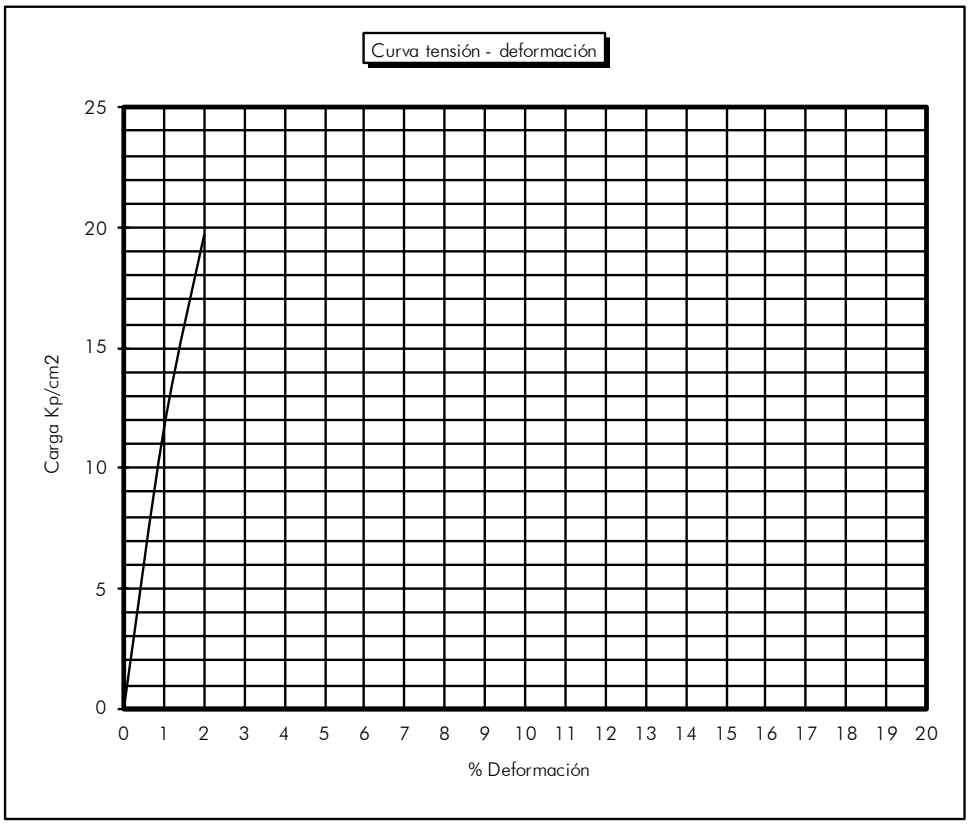
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 14,7

Humedad : 13,0% Densidad seca (g/cm^3): 1,96

Resistencia a compresión máxima : 19,66 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	11,62
2	19,66
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas; **GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D**.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 52,20-52,55 m.

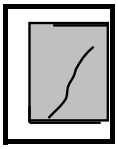
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

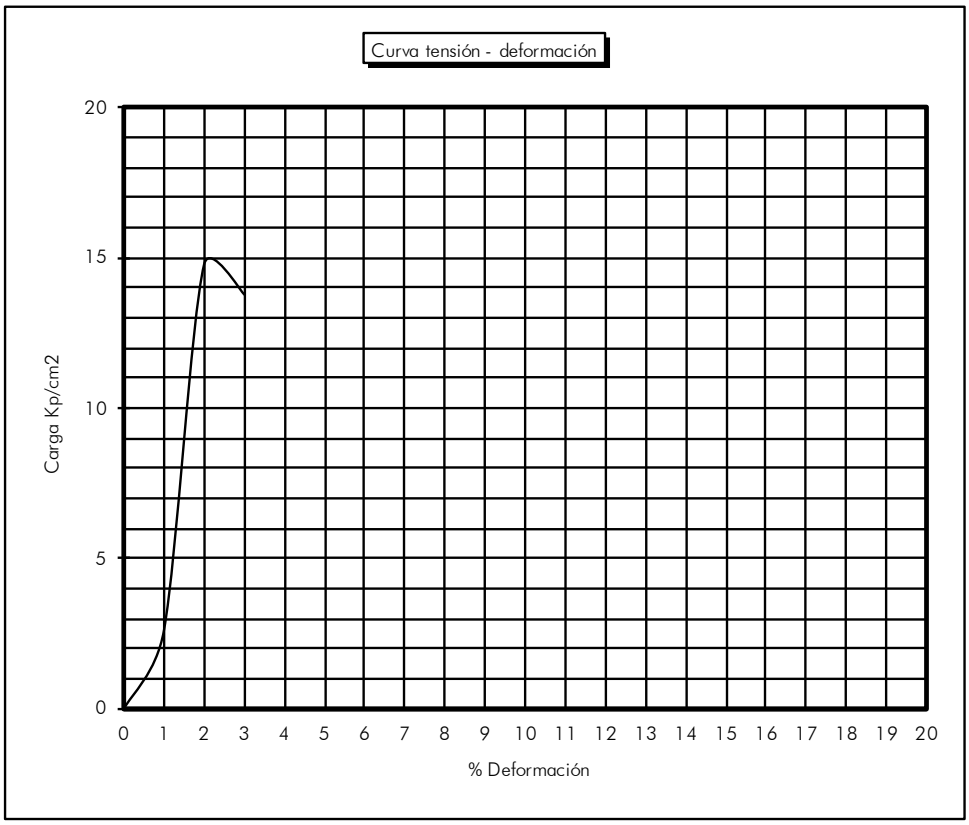
Diámetro probeta (cm.) : 6 Altura probeta (cm.) : 12

Humedad : 12,2% Densidad seca (g/cm^3): 2,10

Resistencia a compresión máxima : 14,76 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	2,61
2	14,76
3	13,77
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 43
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 55,00-55,30 m.

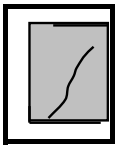
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

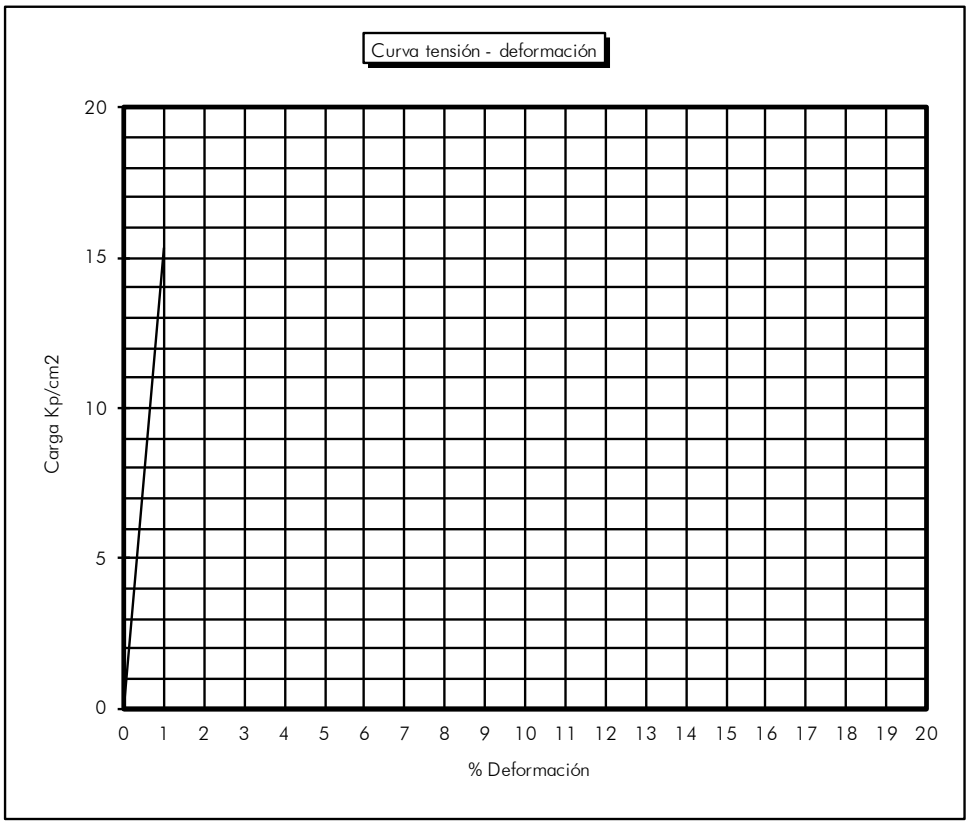
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 20,7

Humedad : 3,8% Densidad seca (g/cm^3): 2,39

Resistencia a compresión máxima : 15,32 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	15,32
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 44
Tipo de Muestra: MI Profundidad: 6,60-7,11 m.

DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

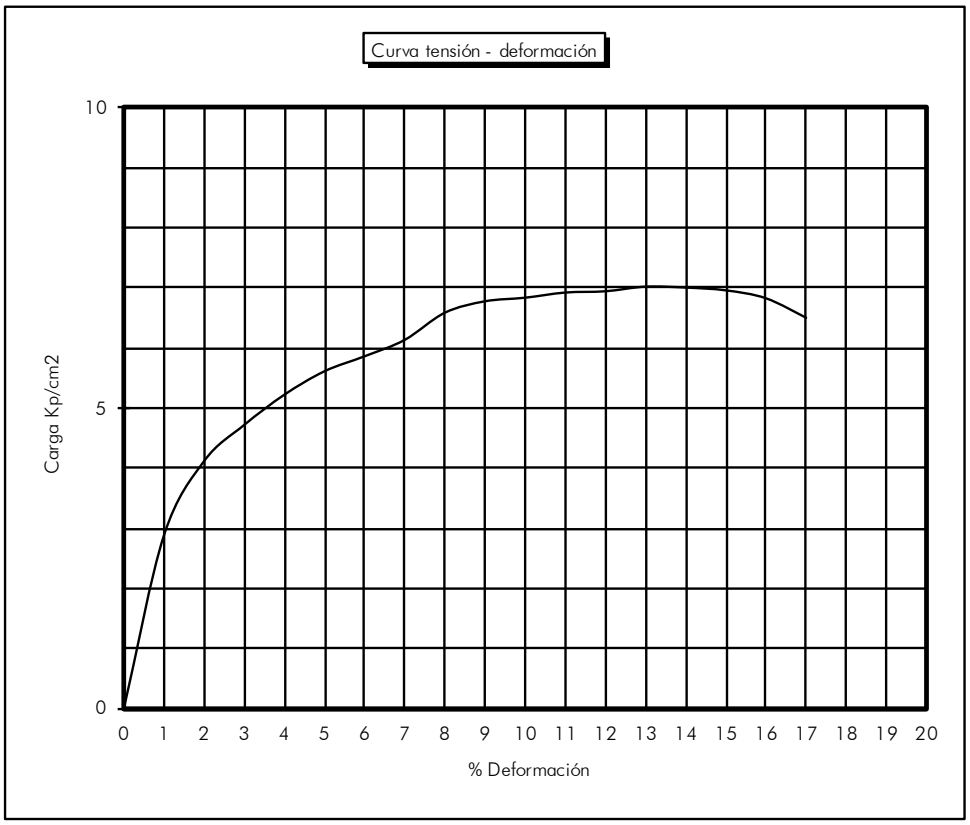
Diámetro probeta (cm.) : 6 Altura probeta (cm.): 11,7

Humedad : 14,3% Densidad seca (g/cm^3): 1,83

Resistencia a compresión máxima : 7,02 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	2,88
2	4,12
3	4,72
4	5,22
5	5,61
6	5,86
7	6,13
8	6,58
9	6,77
10	6,83
11	6,92
12	6,94
13	7,02
14	7,00
15	6,95
16	6,82
17	6,50
18	
19	
20	

Sevilla, a 24 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 44
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 8,80-9,20 m.

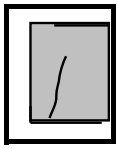
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

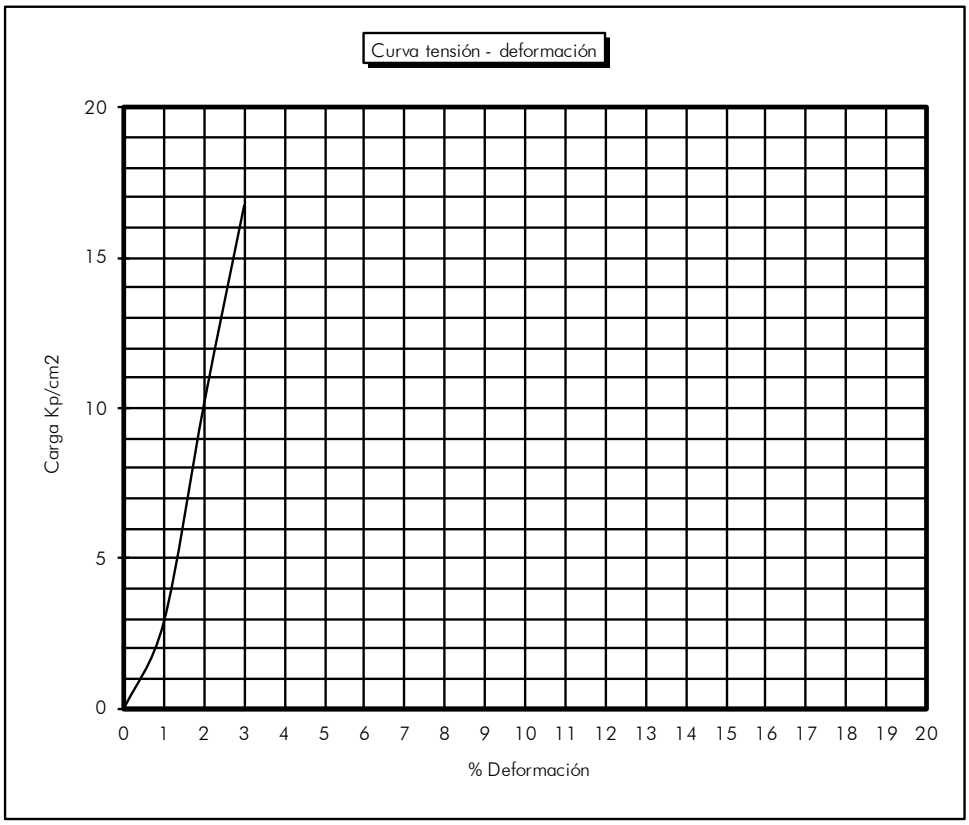
Diámetro probeta (cm.) : 8,3 Altura probeta (cm.) : 17

Humedad : 9,0% Densidad seca (g/cm^3): 2,16

Resistencia a compresión máxima : 16,73 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	2,90
2	10,14
3	16,73
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 24 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 44
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 14,80-15,10 m.

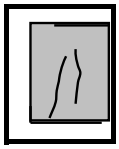
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

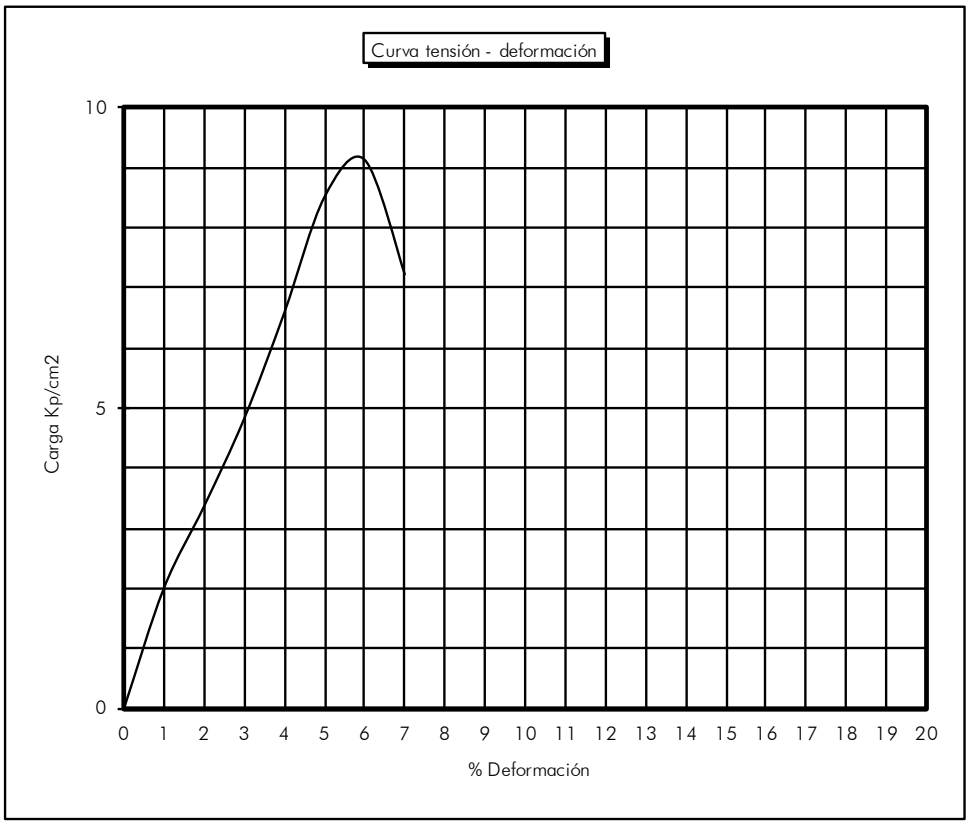
Diámetro probeta (cm.) : 8,3 Altura probeta (cm.): 17,1

Humedad : 9,8% Densidad seca (g/cm^3): 2,14

Resistencia a compresión máxima : 9,12 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	2,01
2	3,37
3	4,82
4	6,58
5	8,50
6	9,12
7	7,22
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 24 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 44
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 24,70-25,00 m.

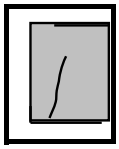
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

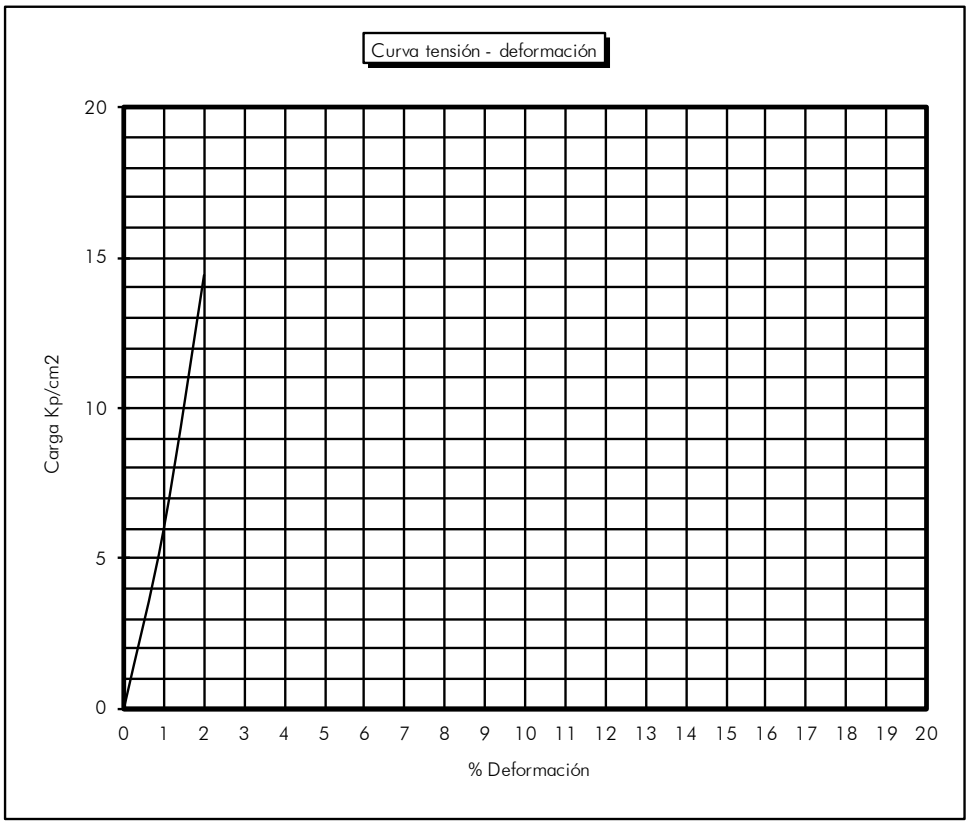
Diámetro probeta (cm.) : 8 Altura probeta (cm.): 16,7

Humedad : 10,6% Densidad seca (g/cm^3): 2,07

Resistencia a compresión máxima : 14,41 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	6,01
2	14,41
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 24 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 44
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 34,60-35,00 m.

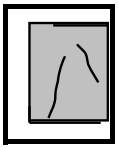
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

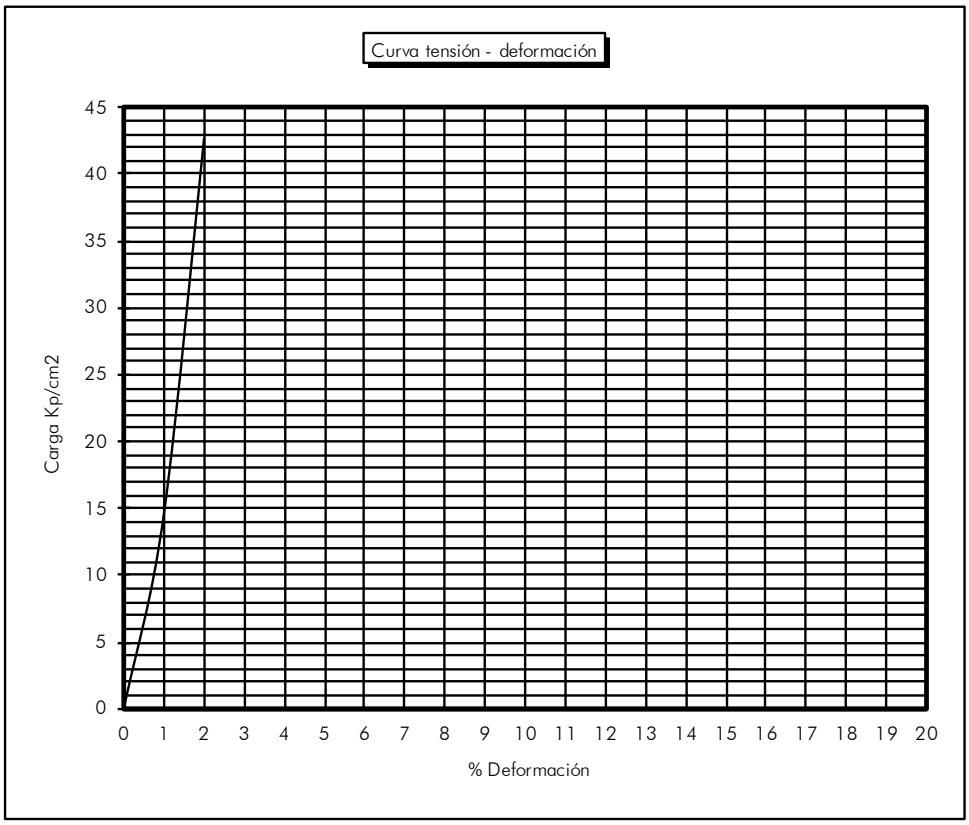
Diámetro probeta (cm.) : 8,2 Altura probeta (cm.) : 16,9

Humedad : 7,7% Densidad seca (g/cm^3): 2,27

Resistencia a compresión máxima : 42,65 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	14,59
2	42,65
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 24 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 45
Tipo de Muestra: MI Profundidad: 6,00-6,25 m.

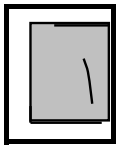
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

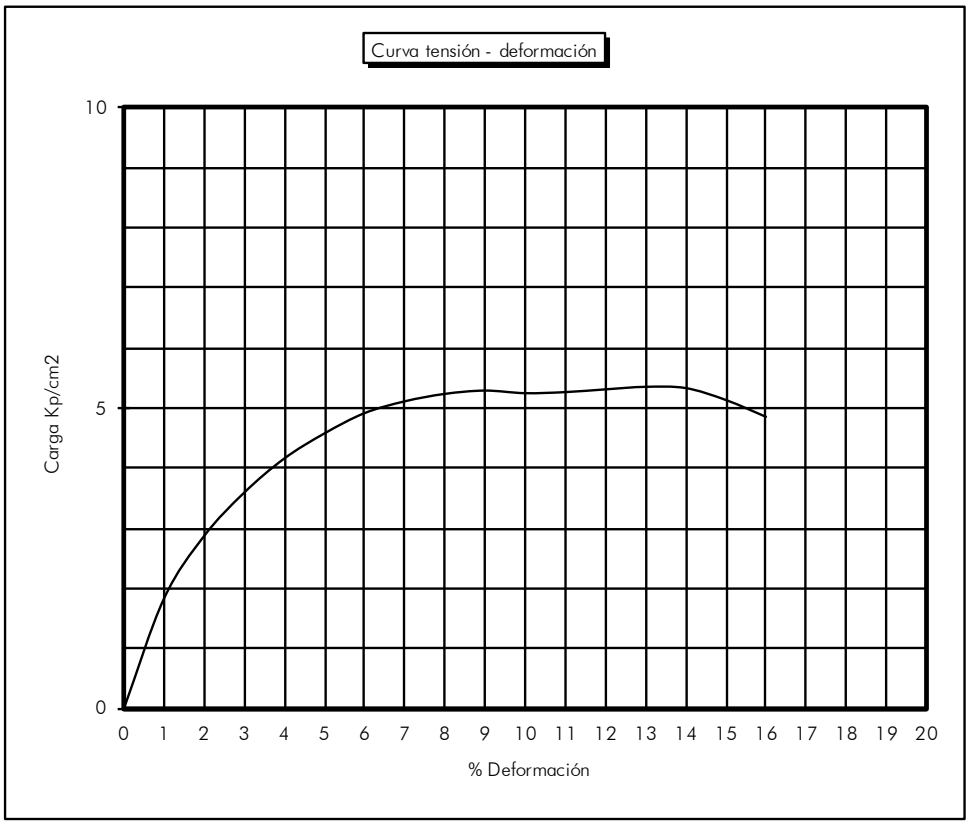
Diámetro probeta (cm.) : 5,9 Altura probeta (cm.) : 11,4

Humedad : 15,3% Densidad seca (g/cm^3): 1,88

Resistencia a compresión máxima : 5,35 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	1,83
2	2,87
3	3,59
4	4,16
5	4,58
6	4,91
7	5,11
8	5,23
9	5,29
10	5,25
11	5,26
12	5,31
13	5,35
14	5,33
15	5,13
16	4,85
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 45
Tipo de Muestra: MI Profundidad: 7,70-8,24 m.

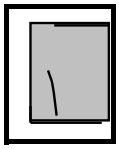
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

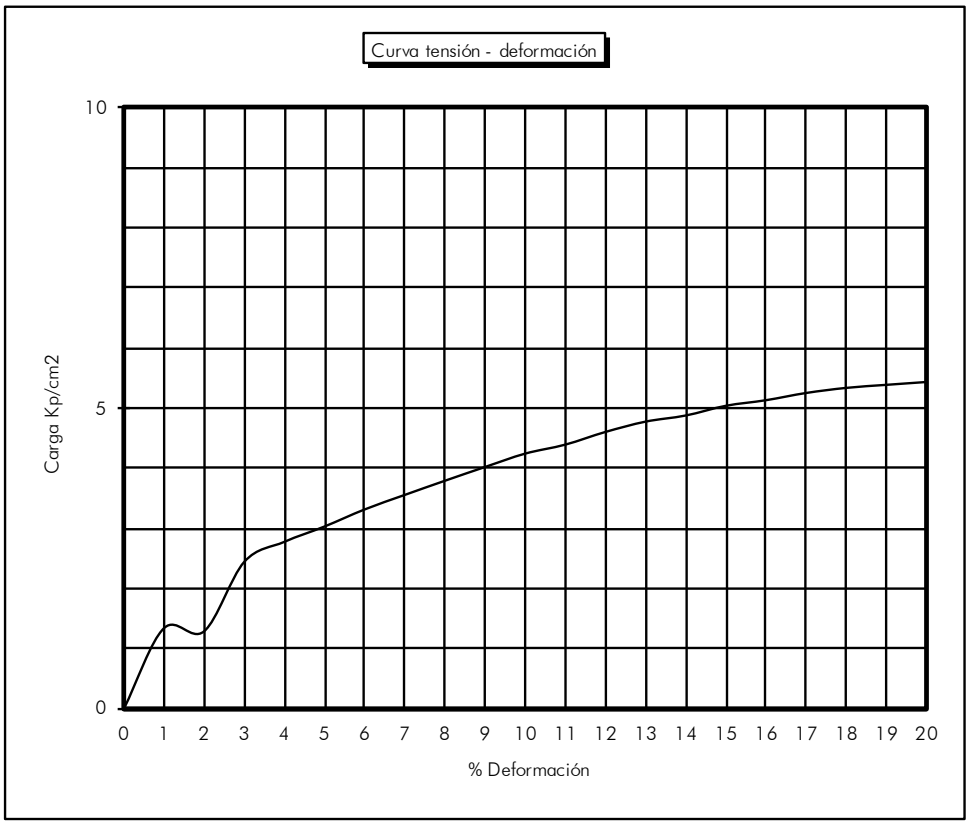
Diámetro probeta (cm.) : 5,8 Altura probeta (cm.): 11,4

Humedad : 18,0% Densidad seca (g/cm^3): 1,91

Resistencia a compresión máxima : 5,04 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	1,34
2	1,29
3	2,44
4	2,78
5	3,03
6	3,31
7	3,56
8	3,79
9	4,02
10	4,24
11	4,39
12	4,60
13	4,77
14	4,87
15	5,04
16	5,13
17	5,25
18	5,33
19	5,38
20	5,43

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 45
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 11,10-11,40 m.

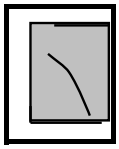
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

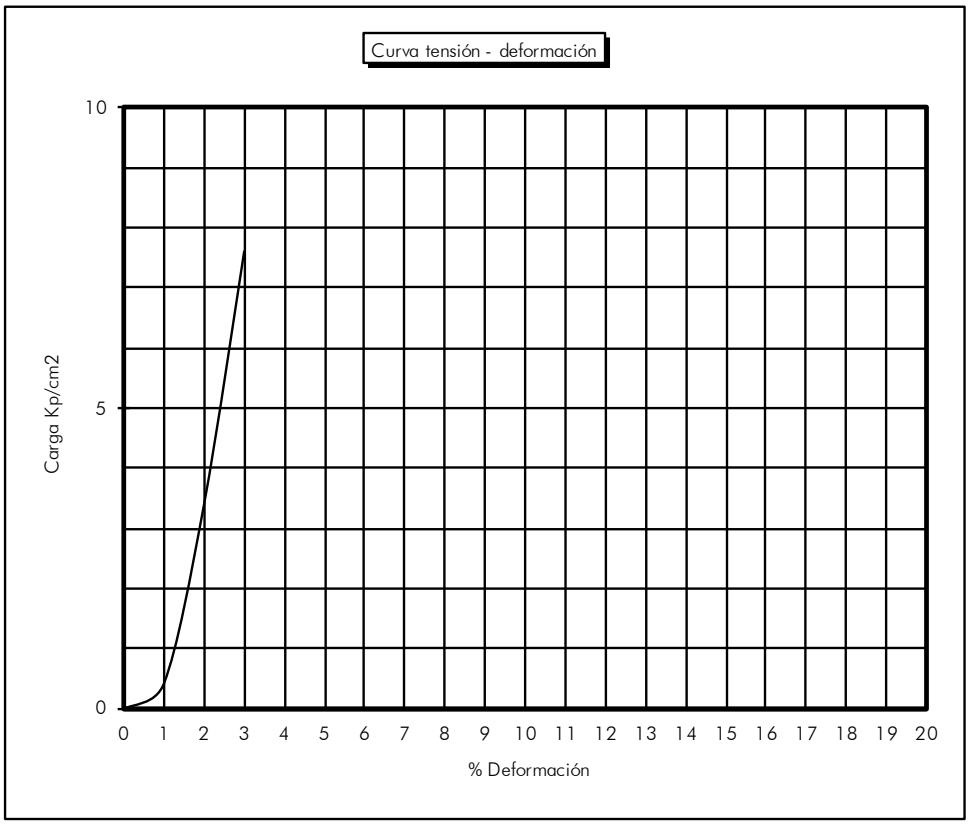
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 14,1

Humedad : 5,1% Densidad seca (g/cm^3): 2,24

Resistencia a compresión máxima : 7,60 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	0,42
2	3,40
3	7,60
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 45
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 32,20-32,60 m.

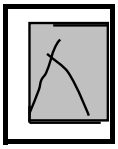
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

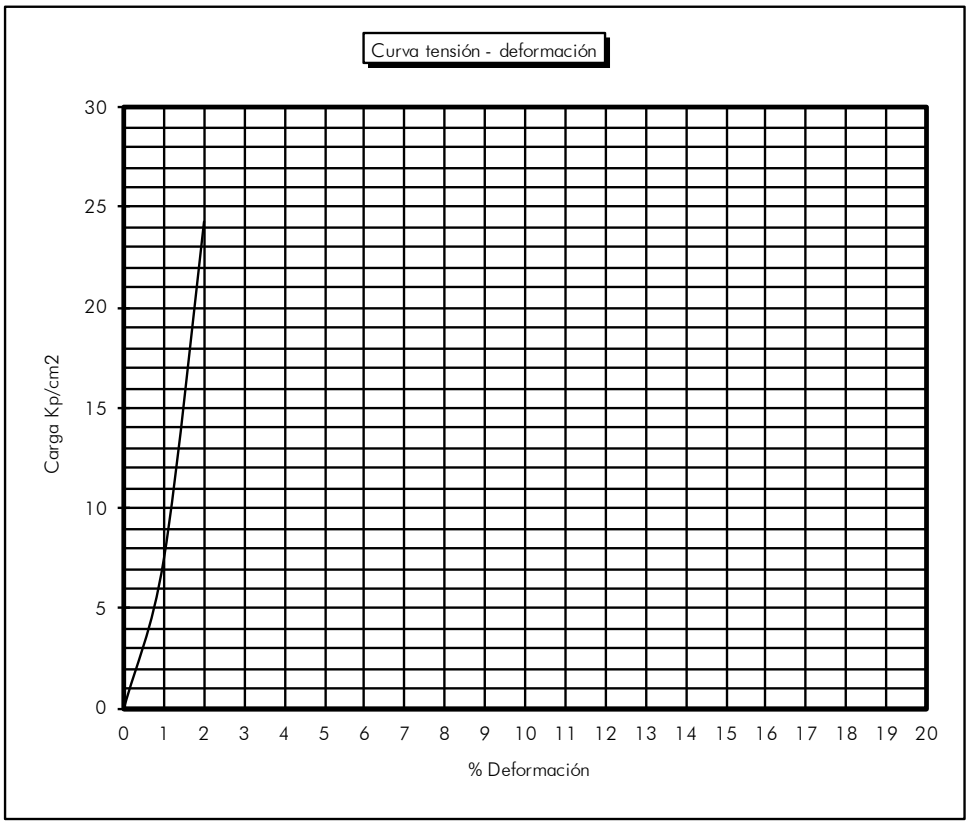
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 18,5

Humedad : 8,6% Densidad seca (g/cm^3): 2,19

Resistencia a compresión máxima : 24,28 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	7,49
2	24,28
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 45
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 36,90-37,30 m.

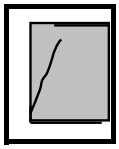
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

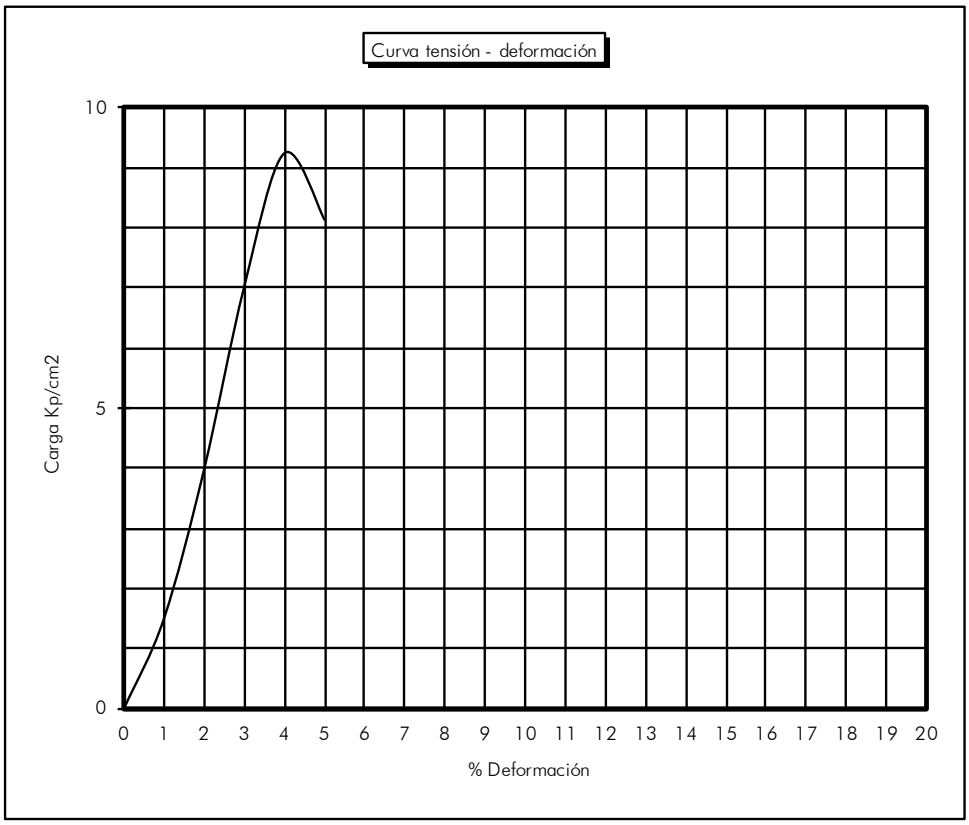
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 21,7

Humedad : 10,4% Densidad seca (g/cm^3): 2,09

Resistencia a compresión máxima : 9,23 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	1,50
2	3,98
3	7,01
4	9,23
5	8,13
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 45
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 44,20-44,70 m.

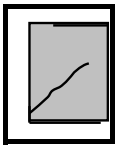
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

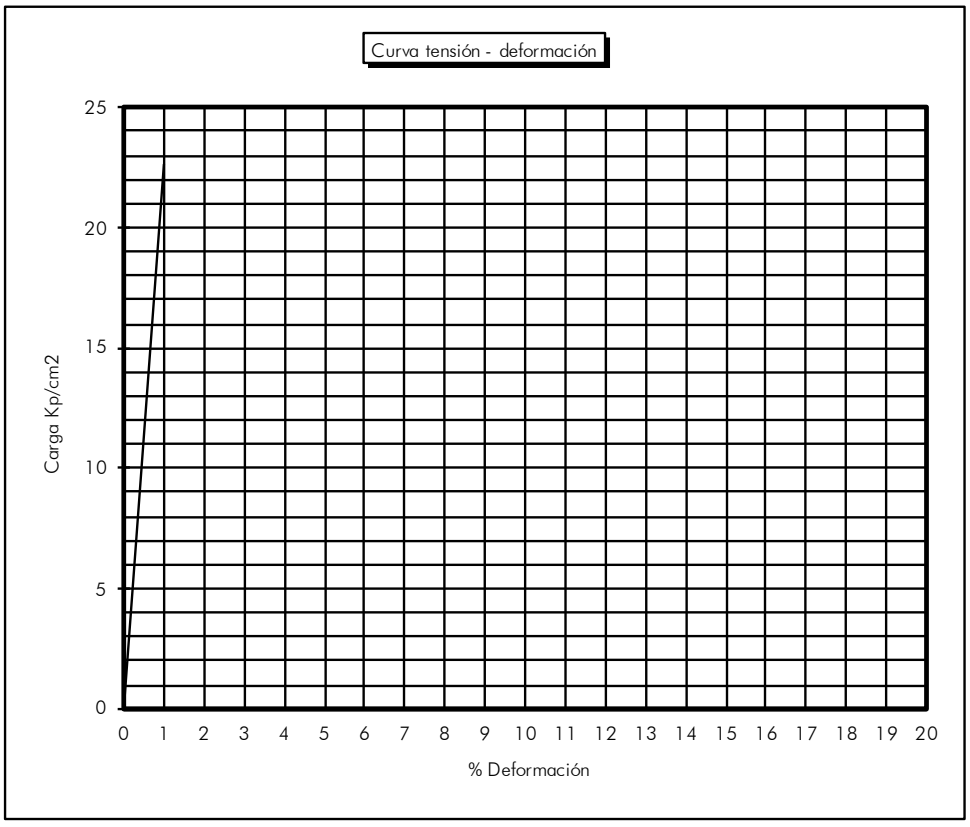
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 21,7

Humedad : 8,4% Densidad seca (g/cm^3): 2,13

Resistencia a compresión máxima : 22,62 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	22,62
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 45
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 49,80-50,10 m.

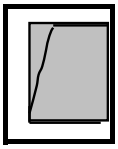
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

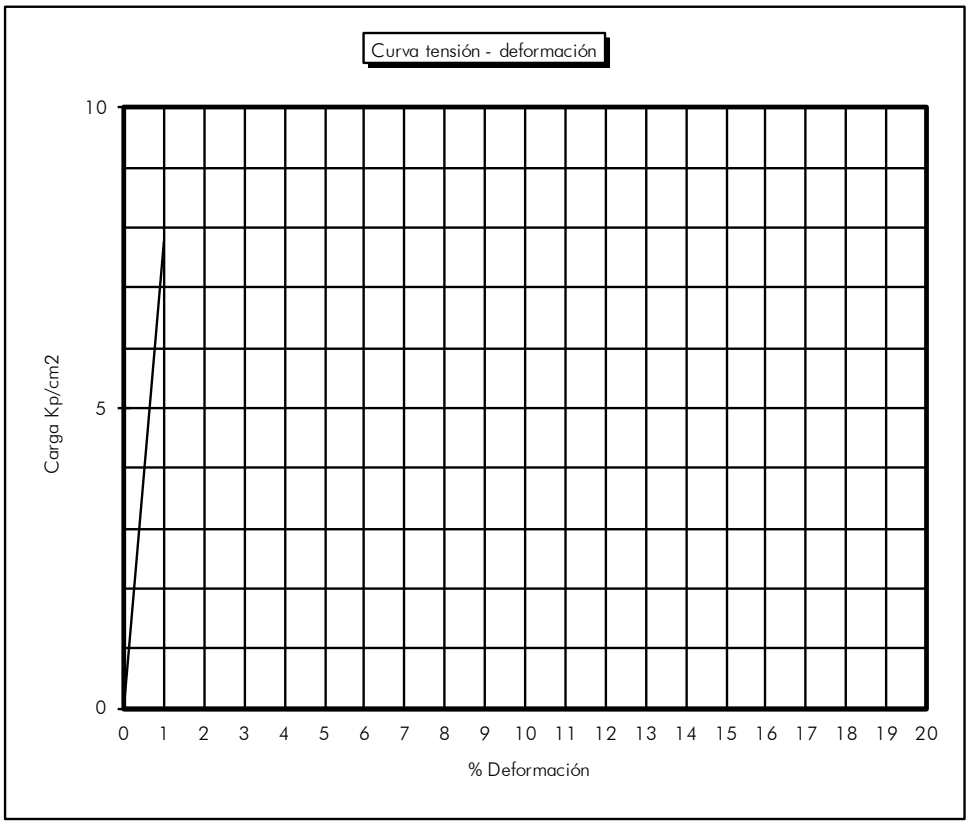
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 17,4

Humedad : 5,5% Densidad seca (g/cm^3): 2,29

Resistencia a compresión máxima : 7,76 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	7,76
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 46
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 15,83-16,305 m.

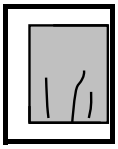
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

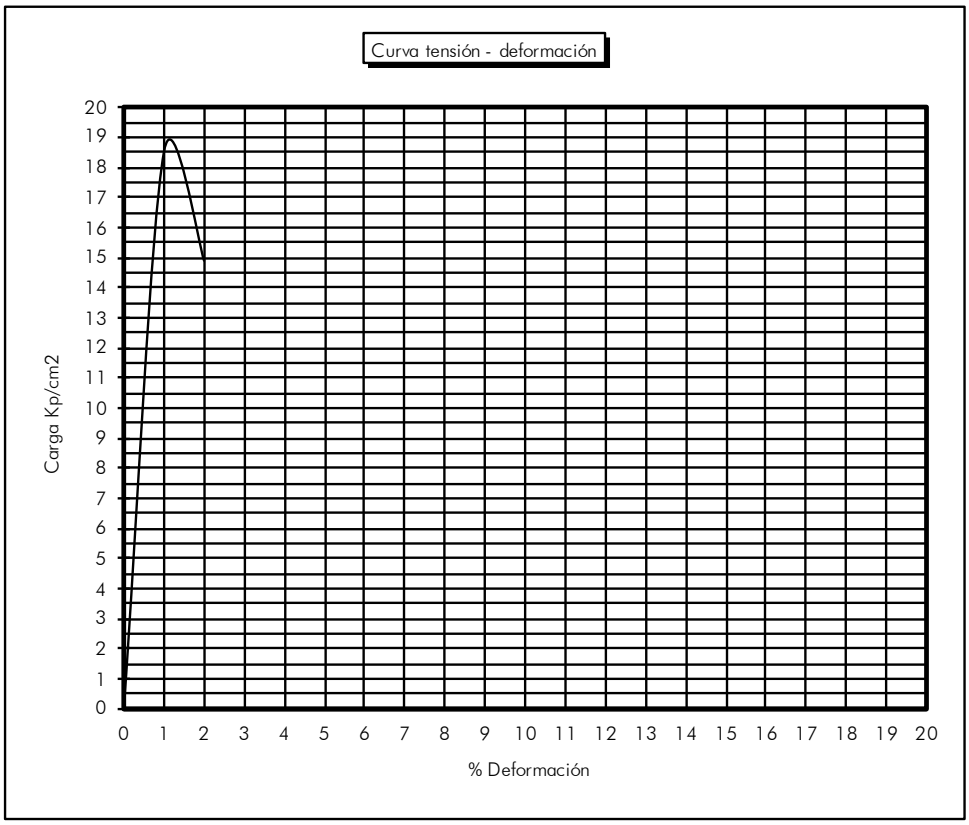
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.): 20,8

Humedad : 7,5% Densidad seca (g/cm^3): 2,19

Resistencia a compresión máxima : 18,50 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	18,50
2	14,90
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 46
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 22,30-22,60 m.

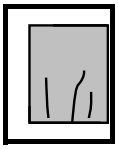
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

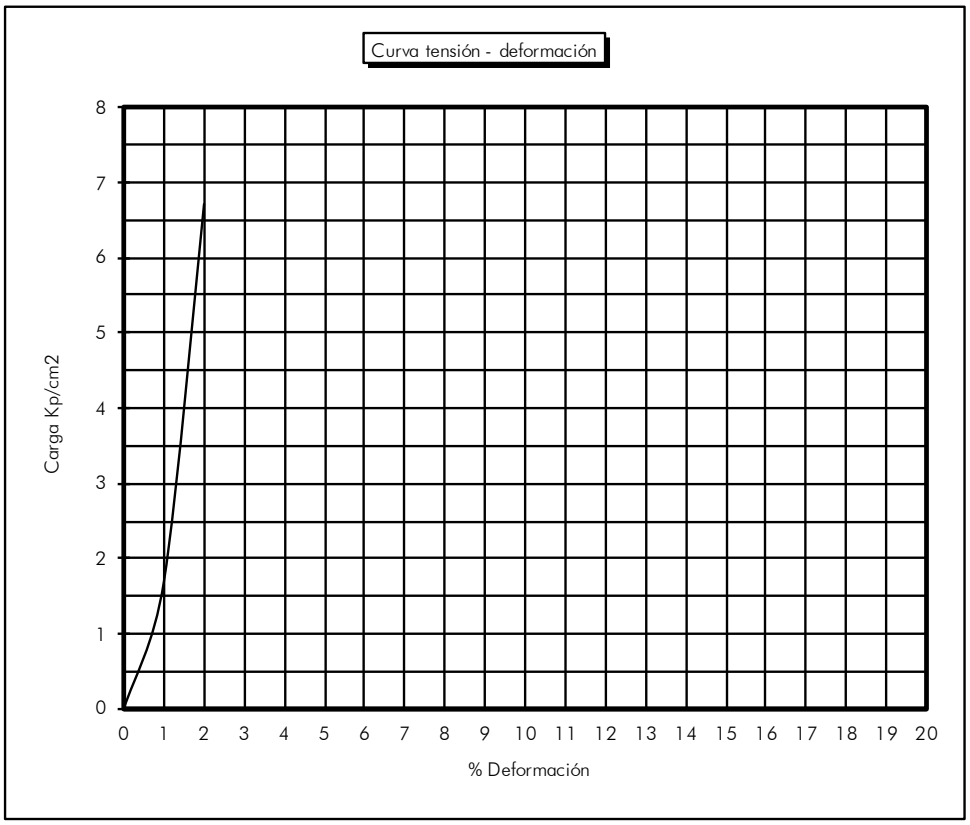
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 15

Humedad : 8,0% Densidad seca (g/cm^3): 2,22

Resistencia a compresión máxima : 6,71 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	1,69
2	6,71
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 46
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 29,50-29,90 m.

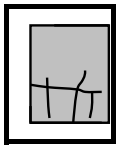
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

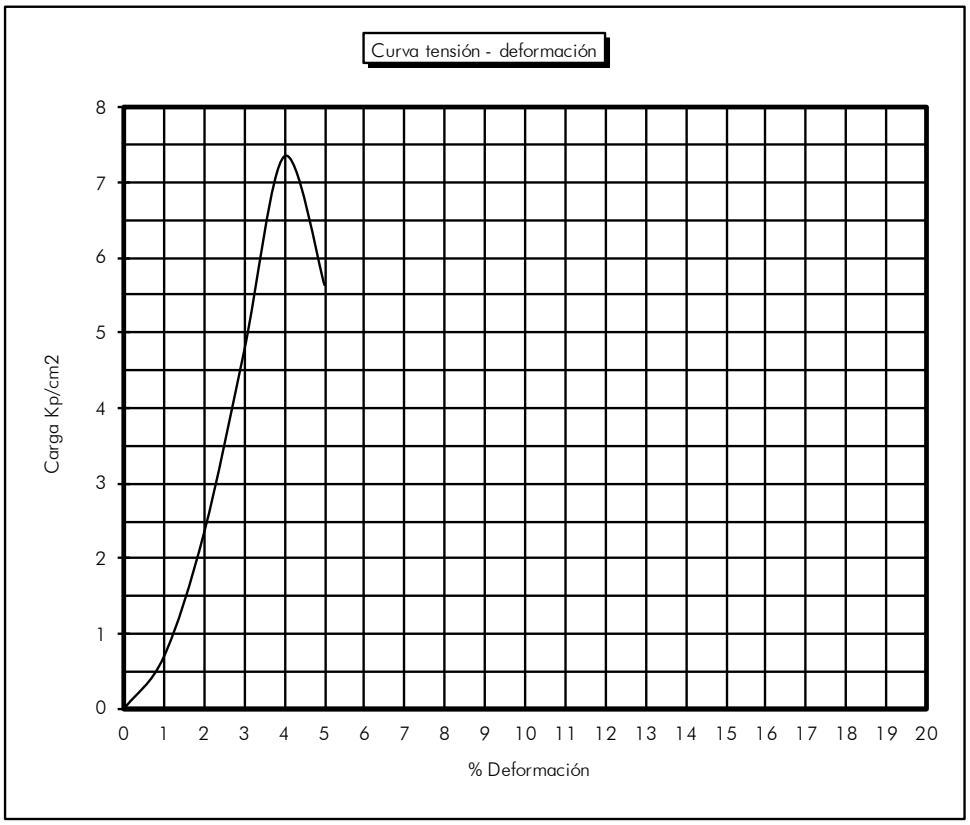
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 14,6

Humedad : 12,2% Densidad seca (g/cm^3): 2,09

Resistencia a compresión máxima : 7,35 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	0,70
2	2,34
3	4,76
4	7,35
5	5,64
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 46
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 34,50-34,90 m.

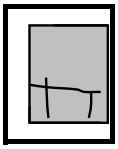
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

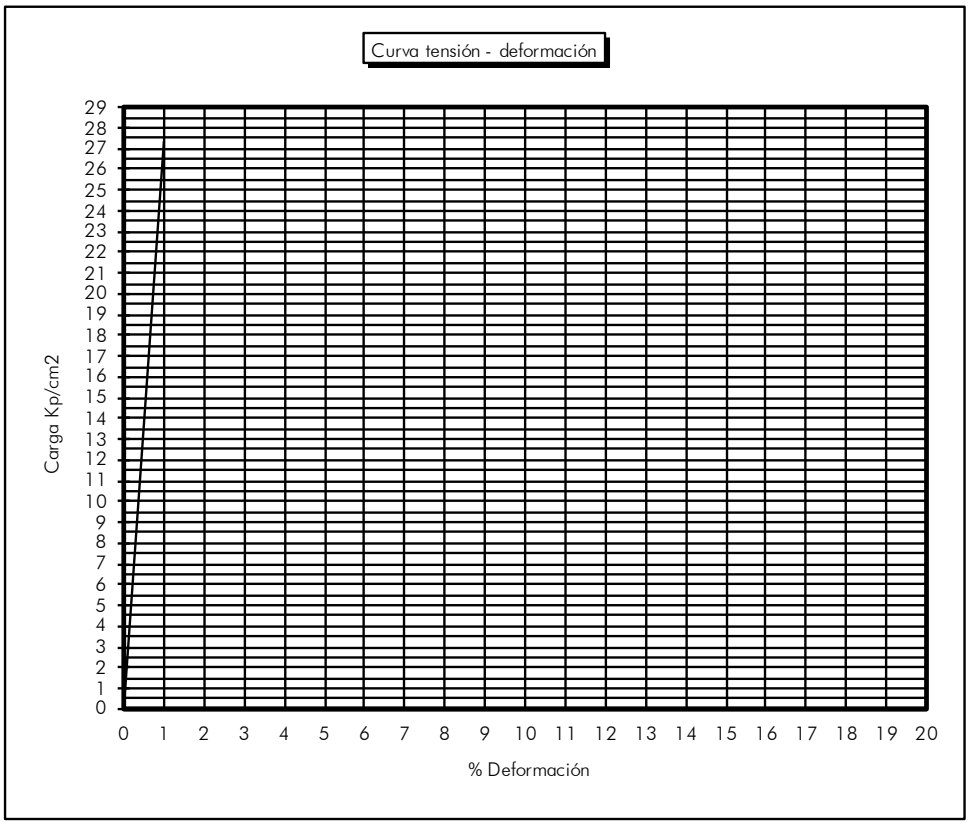
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 13,2

Humedad : 7,0% Densidad seca (g/cm^3): 2,25

Resistencia a compresión máxima : 27,34 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	27,34
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 47
Tipo de Muestra: MI Profundidad: 9,30-9,83 m.

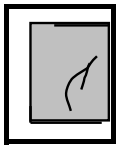
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

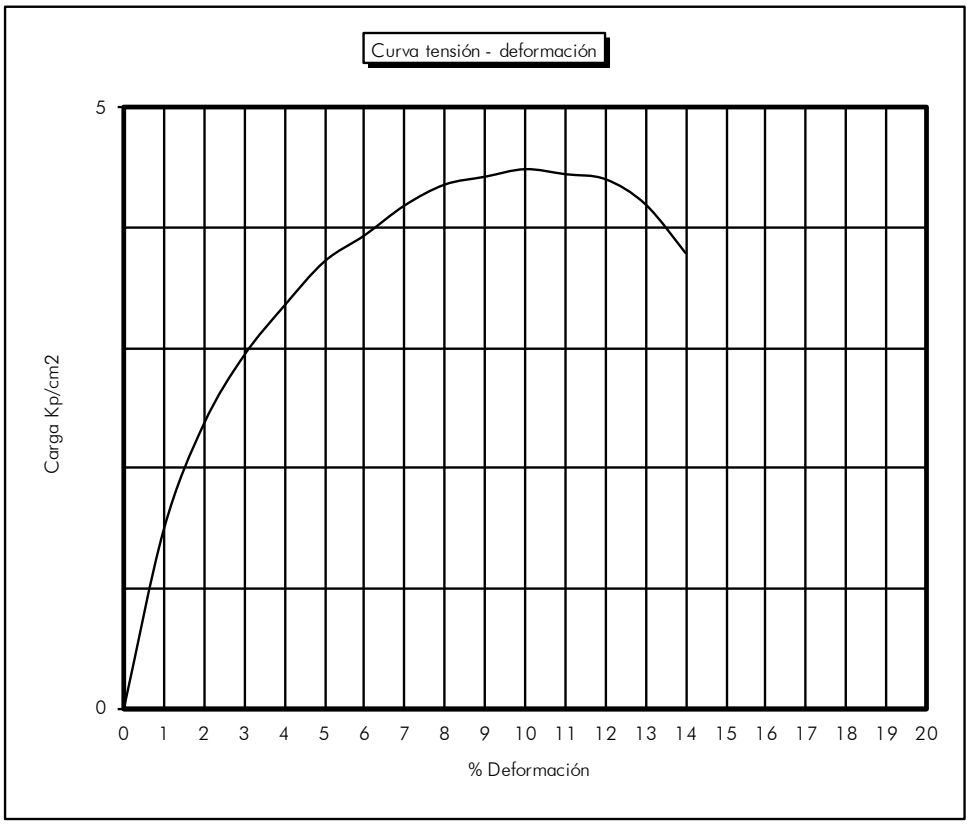
Diámetro probeta (cm.) : 5,8 Altura probeta (cm.) : 14,2

Humedad : 13,2% Densidad seca (g/cm^3): 2,04

Resistencia a compresión máxima : 4,48 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	1,49
2	2,37
3	2,94
4	3,35
5	3,72
6	3,93
7	4,18
8	4,36
9	4,42
10	4,48
11	4,44
12	4,40
13	4,19
14	3,79
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 47
Tipo de Muestra: MI Profundidad: 12,40-12,80 m.

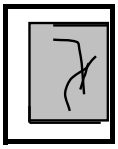
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

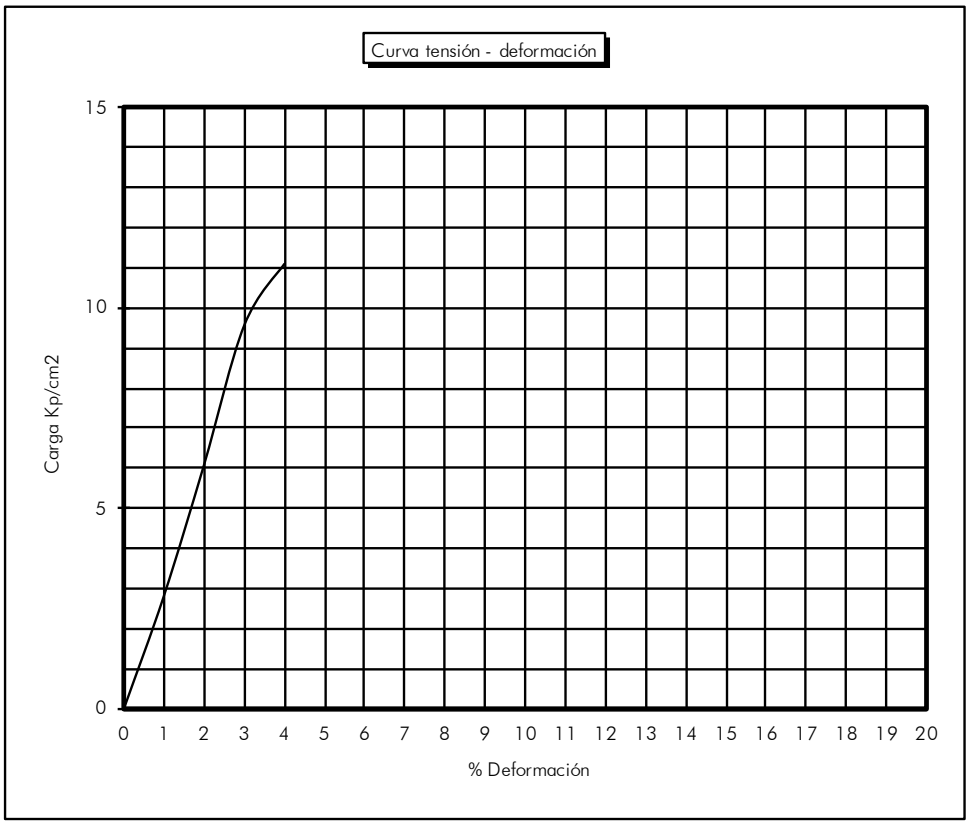
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 16,9

Humedad : 13,4% Densidad seca (g/cm^3): 1,98

Resistencia a compresión máxima : 11,09 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	2,82
2	6,08
3	9,56
4	11,09
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 47
Tipo de Muestra: MI Profundidad: 20,80-21,15 m.

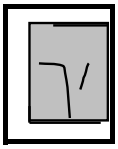
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

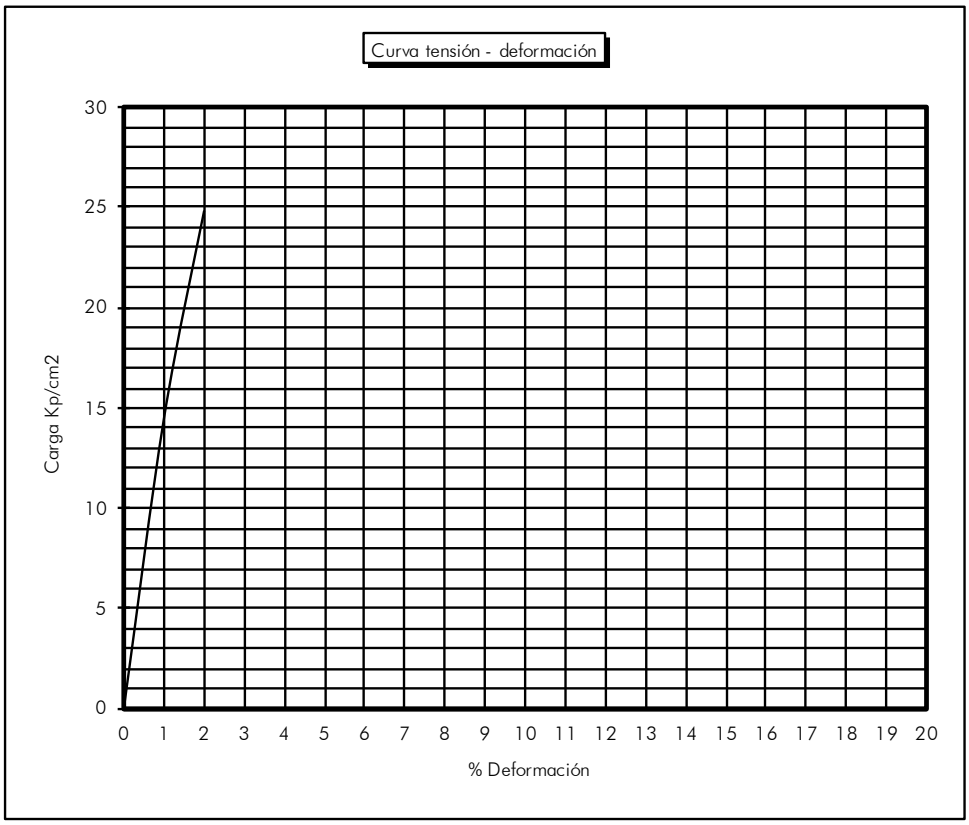
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 16,7

Humedad : 11,0% Densidad seca (g/cm^3): 2,10

Resistencia a compresión máxima : 24,80 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	14,47
2	24,80
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 47
Tipo de Muestra: MI Profundidad: 28,00-28,35 m.

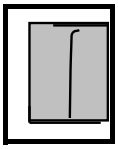
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

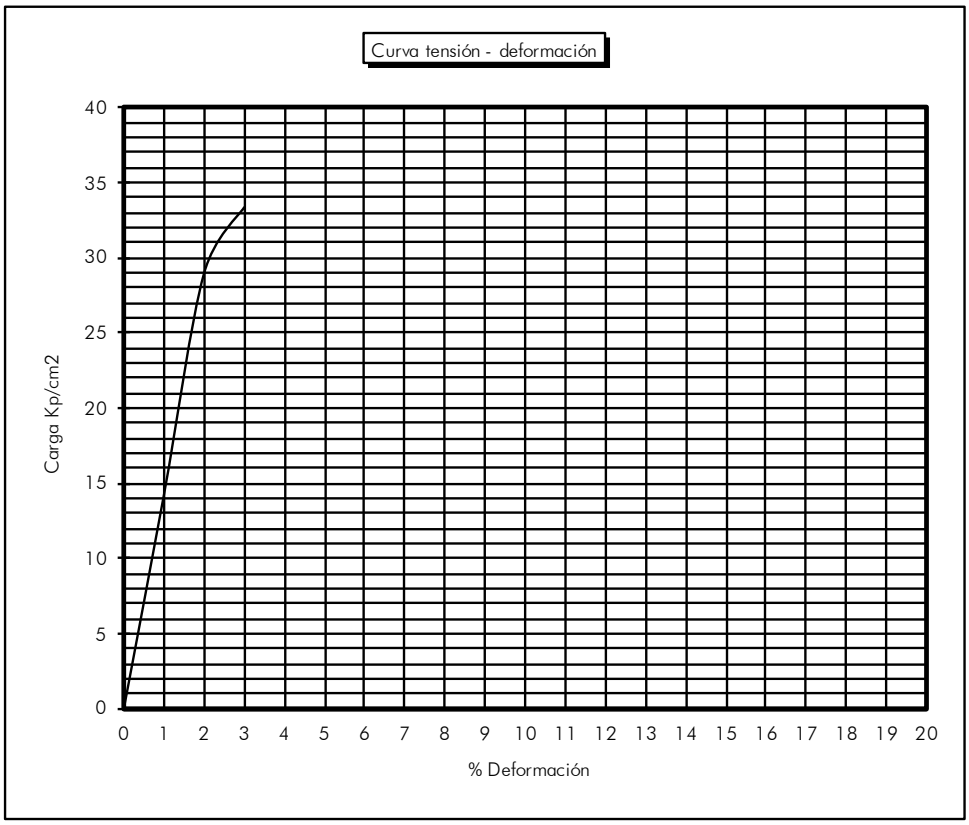
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 17,2

Humedad : 9,6% Densidad seca (g/cm^3): 2,13

Resistencia a compresión máxima : 33,34 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	14,22
2	28,95
3	33,34
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 47
Tipo de Muestra: MI Profundidad: 28,00-28,35 m.

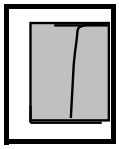
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

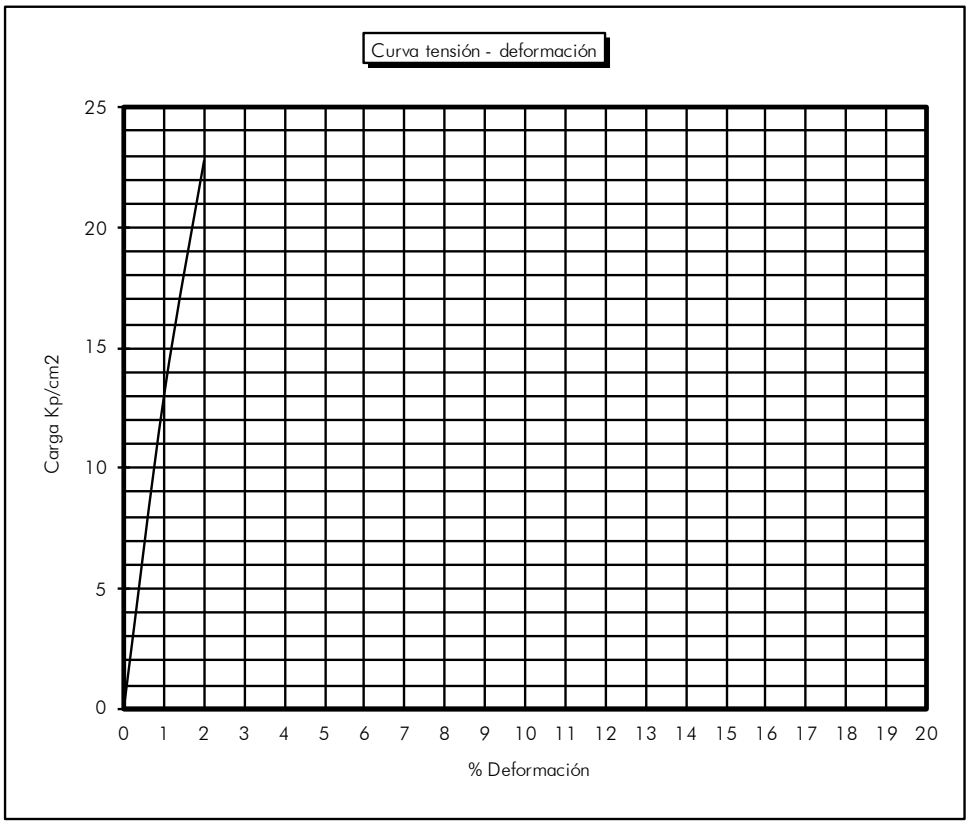
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 17,1

Humedad : 12,3% Densidad seca (g/cm^3): 1,98

Resistencia a compresión máxima : 22,76 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	12,97
2	22,76
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 48
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 5,70-6,00 m.

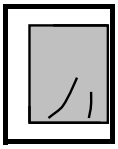
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

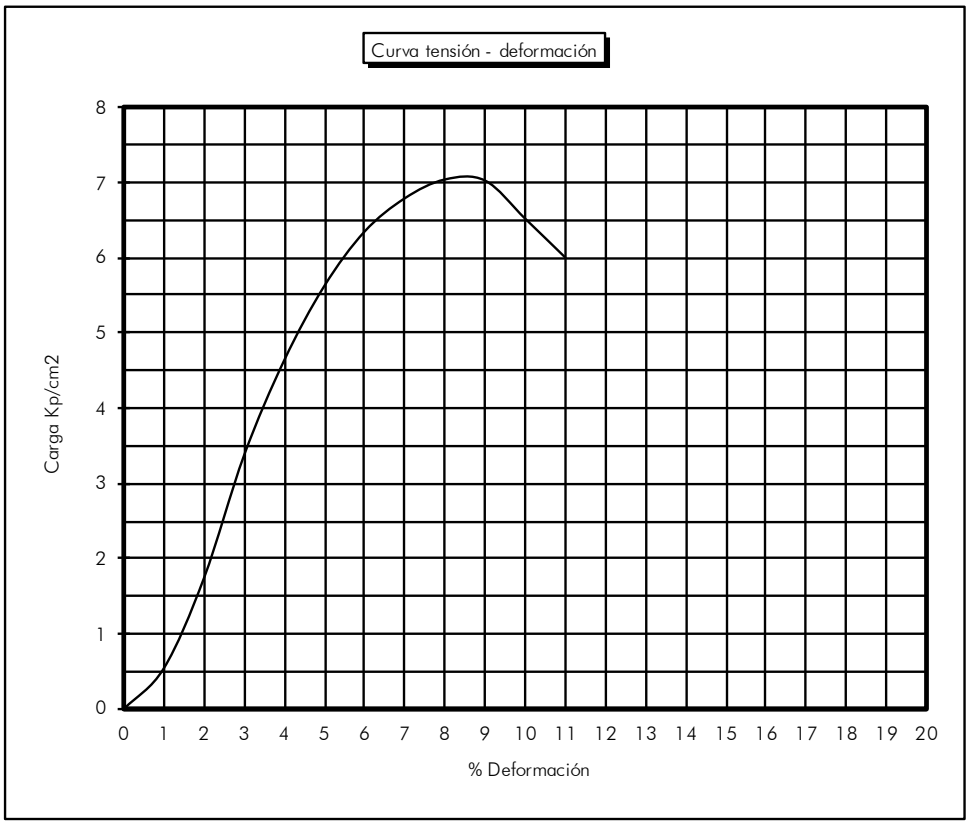
Diámetro probeta (cm.) : 7,6 Altura probeta (cm.): 14,7

Humedad : 15,5% Densidad seca (g/cm^3): 1,89

Resistencia a compresión máxima : 7,04 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	0,54
2	1,74
3	3,38
4	4,64
5	5,62
6	6,35
7	6,79
8	7,04
9	7,02
10	6,52
11	6,00
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 48
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 12,60-13,10 m.

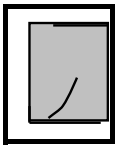
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

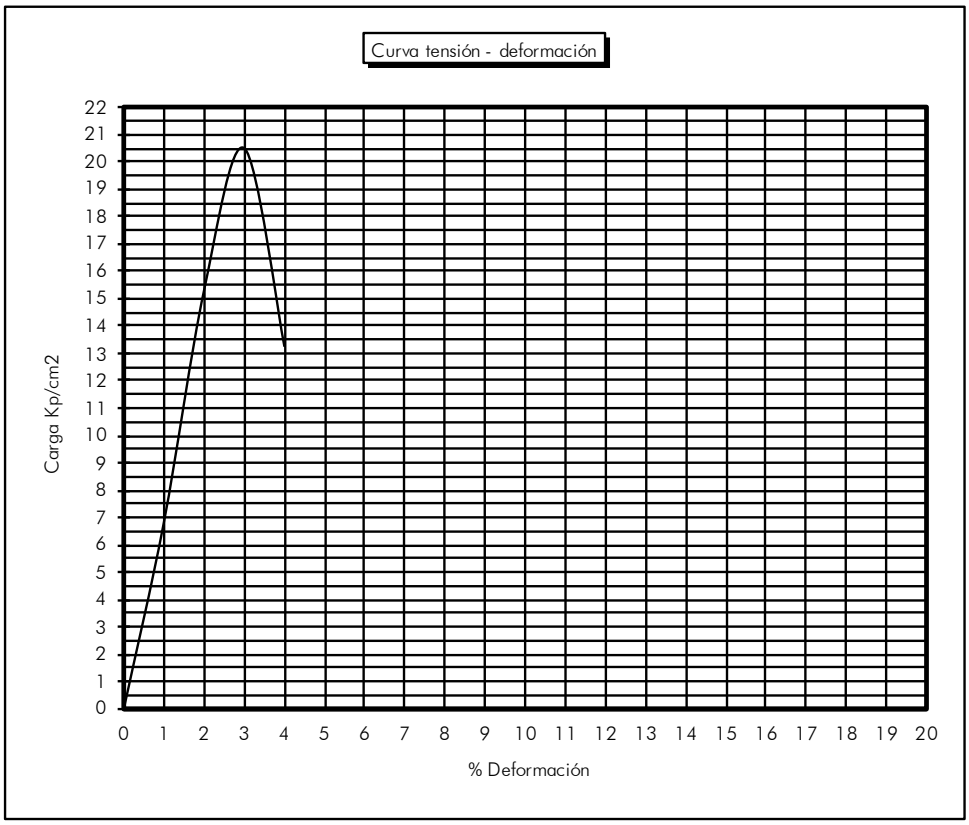
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.): 14,7

Humedad : 11,7% Densidad seca (g/cm^3): 1,99

Resistencia a compresión máxima : 20,50 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	6,83
2	15,30
3	20,50
4	13,27
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 48
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 16,40-16,70 m.

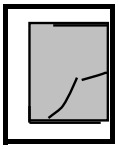
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

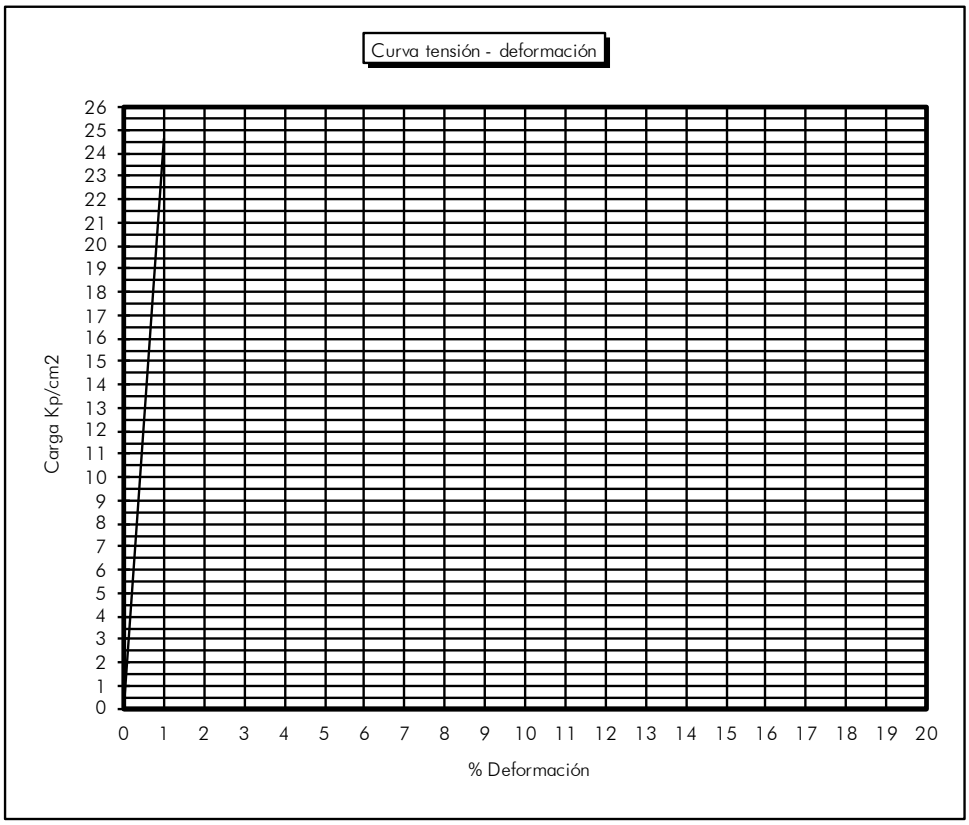
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 14

Humedad : 6,5% Densidad seca (g/cm^3): 2,29

Resistencia a compresión máxima : 24,63 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	24,63

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 48
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 25,10-26,90 m.

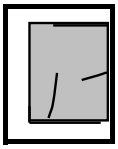
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

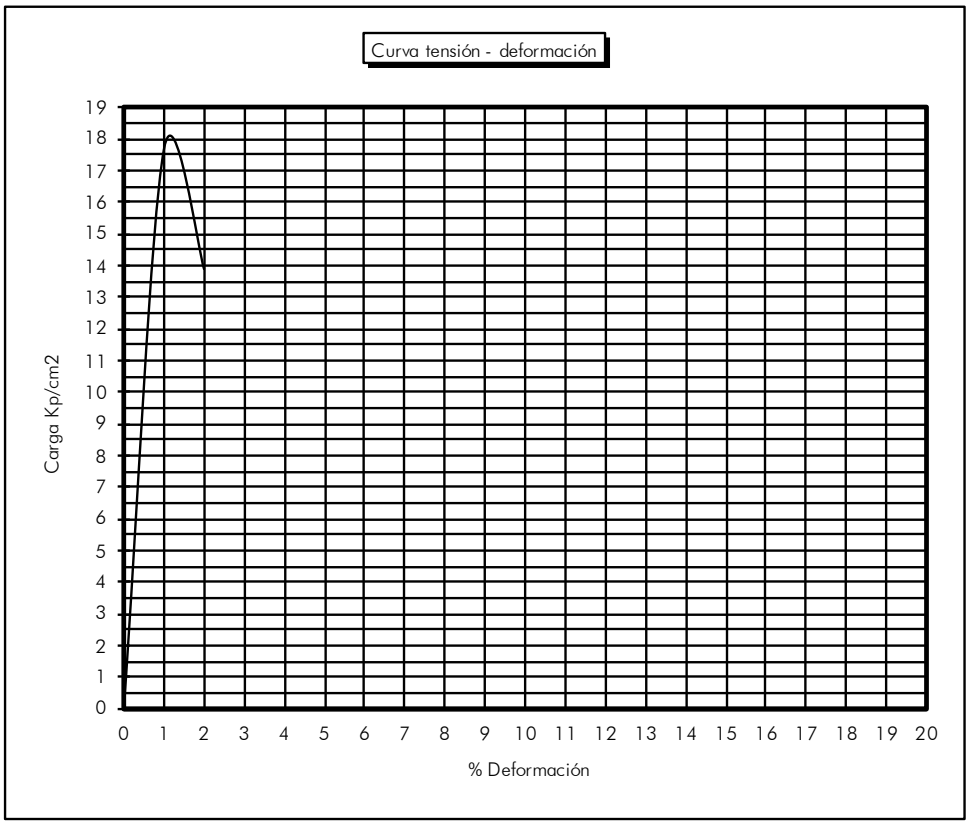
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 14

Humedad : 14,4% Densidad seca (g/cm^3): 1,93

Resistencia a compresión máxima : 17,66 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	17,66
2	13,89
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 49
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 7,25-7,60 m.

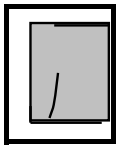
DATOS DEL ENSAYO — UNE 103400:1993

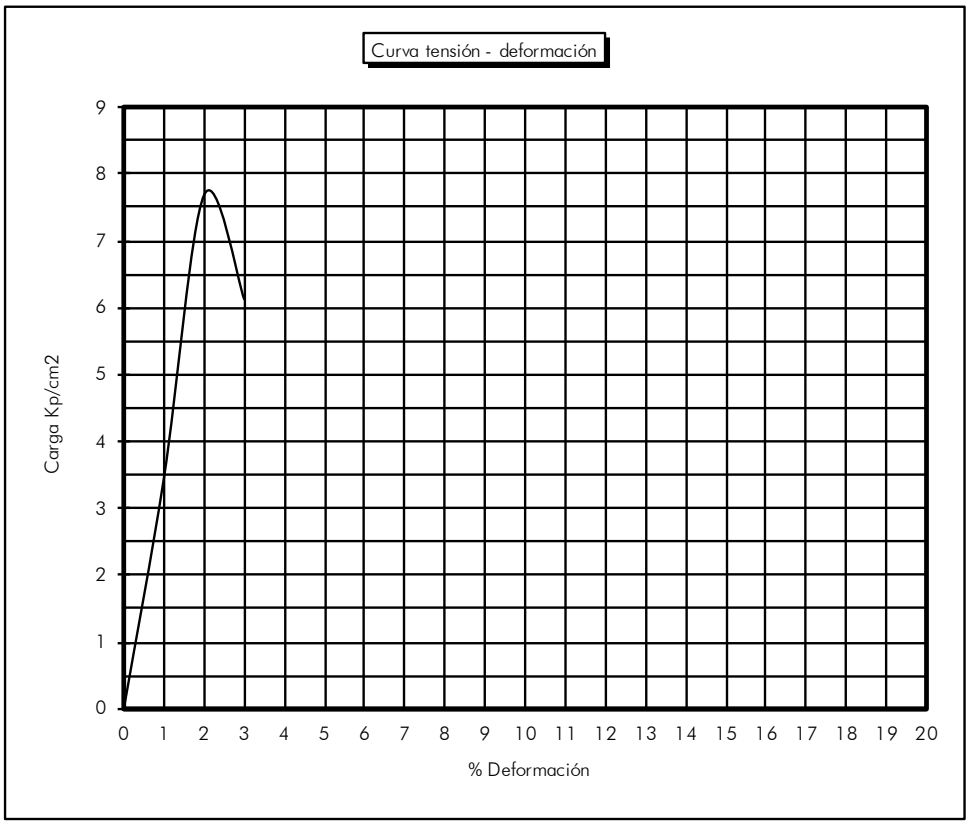
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 21,5

Humedad : 5,0% Densidad seca (g/cm^3): 2,30

Resistencia a compresión máxima : 7,68 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	3,45
2	7,68
3	6,13
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 49
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 13,90-14,20 m.

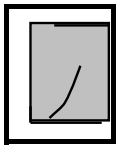
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

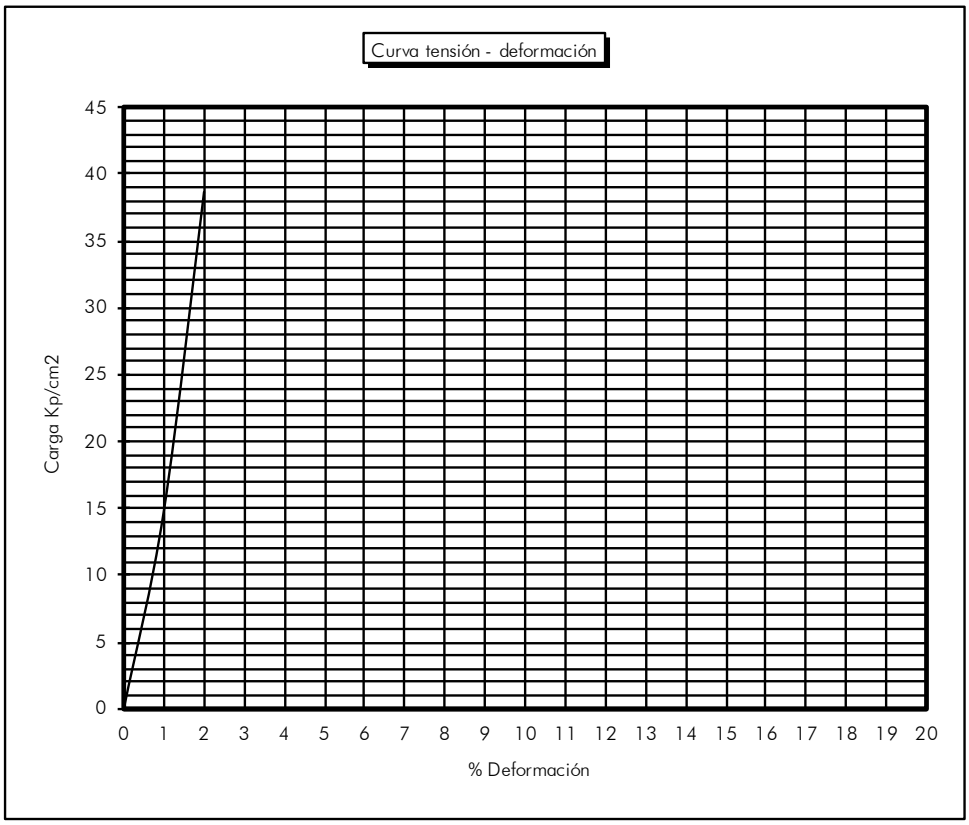
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 21,2

Humedad : 5,8% Densidad seca (g/cm^3): 2,24

Resistencia a compresión máxima : 38,65 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	14,83
2	38,65
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 49
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 23,20-23,50 m.

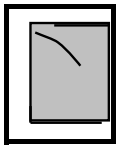
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

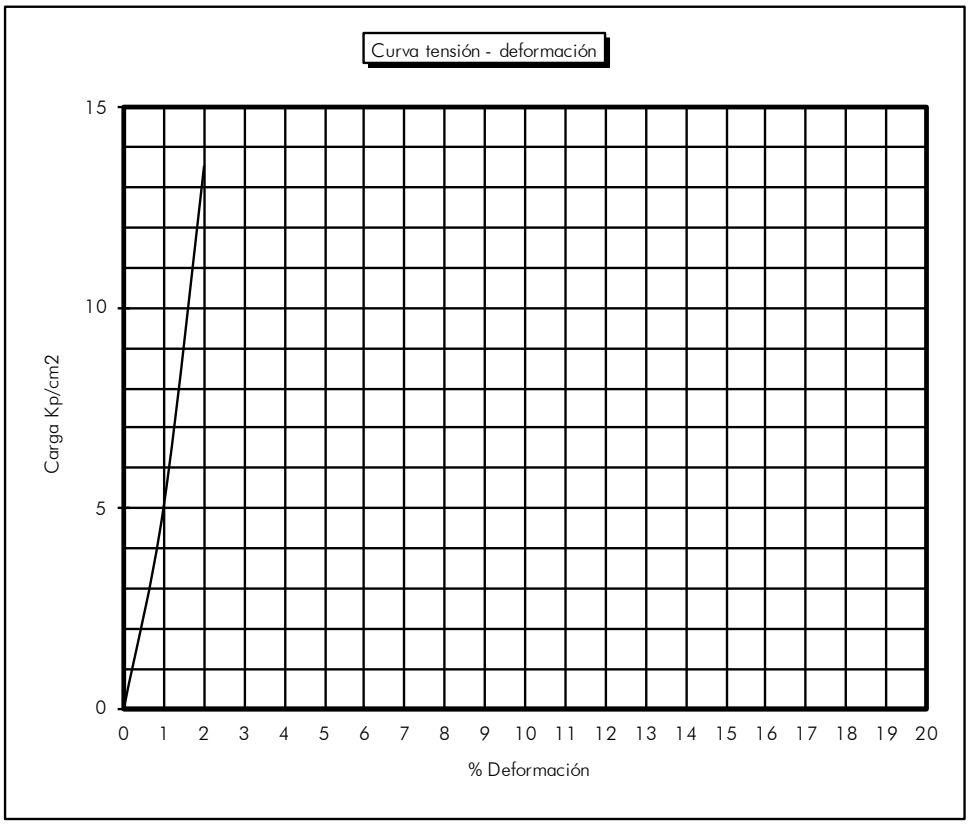
Diámetro probeta (cm.) : 7,2 Altura probeta (cm.) : 20,7

Humedad : 9,6% Densidad seca (g/cm^3): 2,13

Resistencia a compresión máxima : 13,52 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	5,08
2	13,52
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 49
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 27,60-28,10 m.

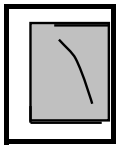
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

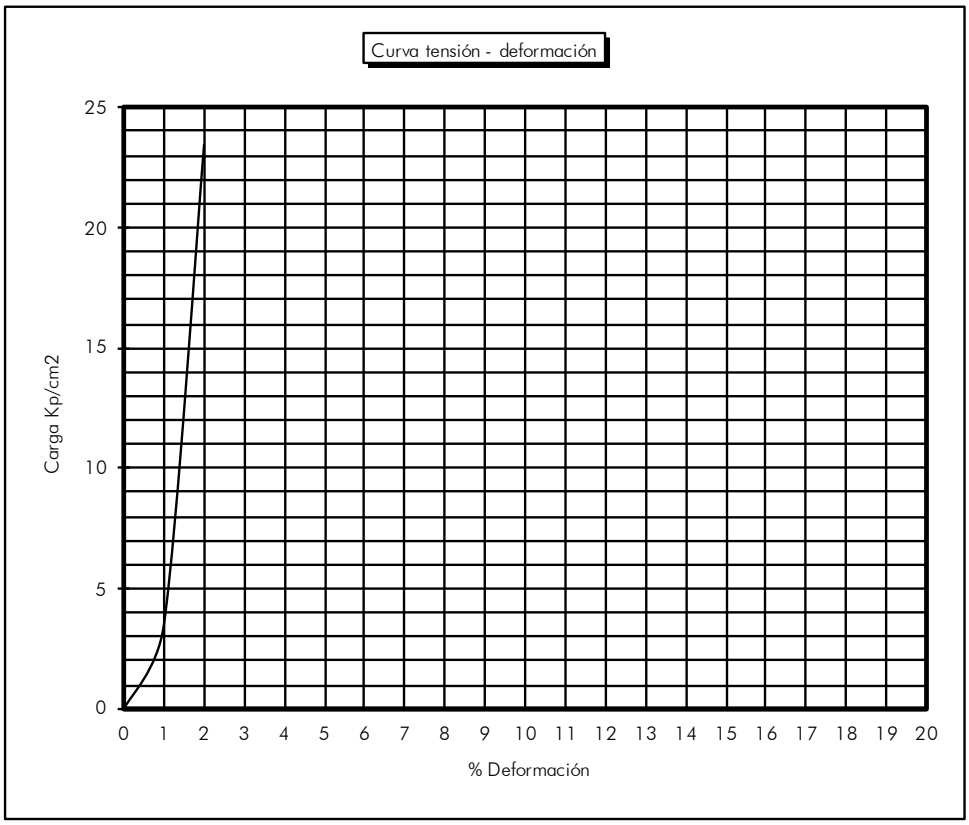
Diámetro probeta (cm.) : 7,1 Altura probeta (cm.) : 21,4

Humedad : 7,2% Densidad seca (g/cm^3): 2,23

Resistencia a compresión máxima : 23,43 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	3,50
2	23,43
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 50
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 4,70-4,90 m.

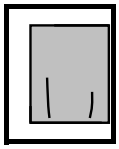
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

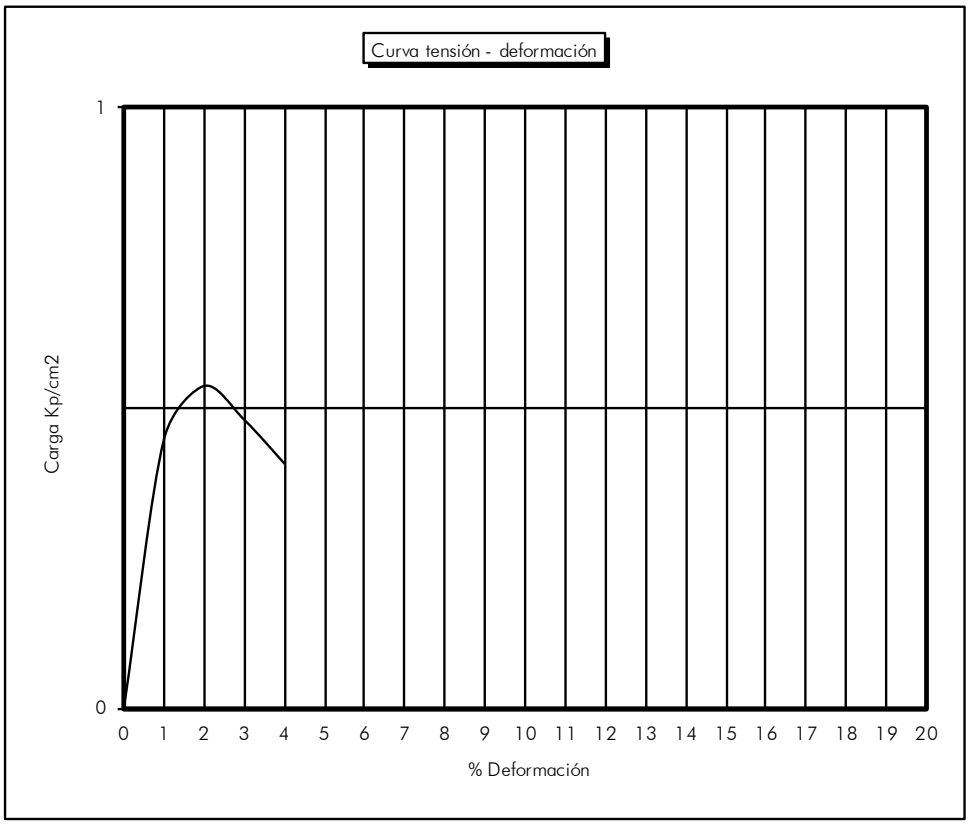
Diámetro probeta (cm.) : 7,3 Altura probeta (cm.): 14,9

Humedad : 12,0% Densidad seca (g/cm^3): 1,93

Resistencia a compresión máxima : 0,54 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	0,45
2	0,54
3	0,48
4	0,41
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 50
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 11,10-11,40 m.

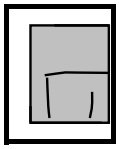
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

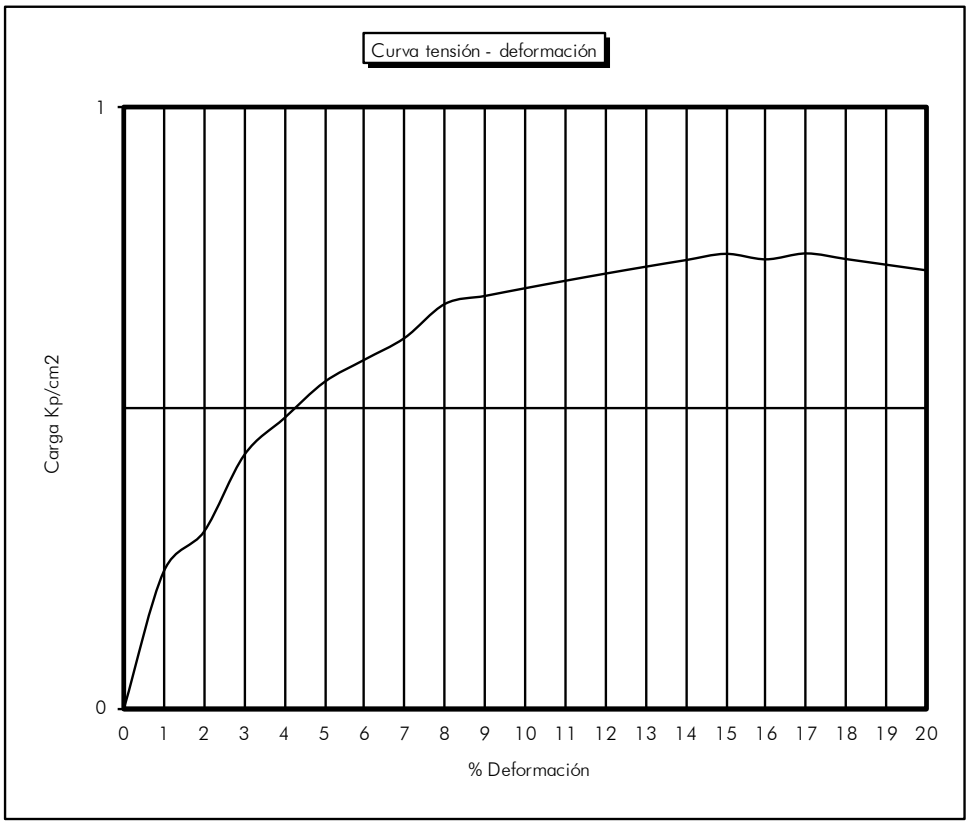
Diámetro probeta (cm.) : 7,4 Altura probeta (cm.) : 13,9

Humedad : 17,5% Densidad seca (g/cm^3): 1,84

Resistencia a compresión máxima : 0,76 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	0,23
2	0,29
3	0,42
4	0,48
5	0,54
6	0,58
7	0,62
8	0,67
9	0,69
10	0,70
11	0,71
12	0,72
13	0,73
14	0,75
15	0,76
16	0,75
17	0,76
18	0,75
19	0,74
20	0,73

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 50
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 16,90-17,20 m.

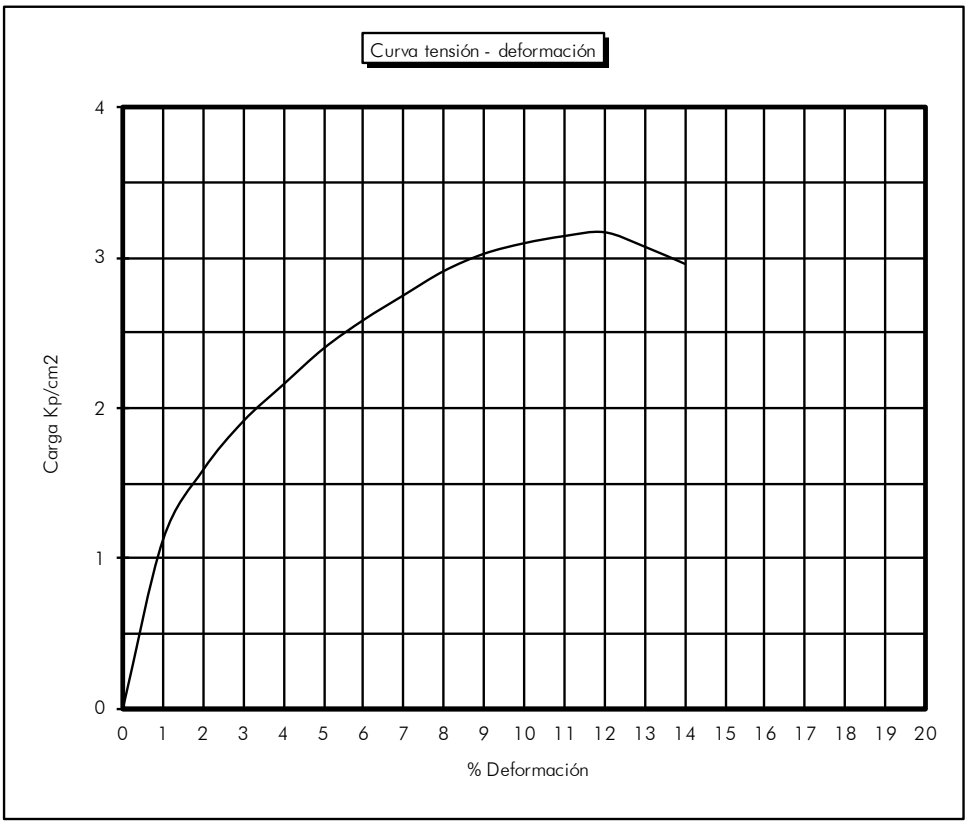
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

Diámetro probeta (cm.) : 7,4 Altura probeta (cm.) : 14,3

Humedad : 18,5% Densidad seca (g/cm^3): 1,76

Resistencia a compresión máxima : 3,17 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta



%	Kp/cm^2
0	0
1	1,12
2	1,59
3	1,91
4	2,16
5	2,39
6	2,59
7	2,75
8	2,91
9	3,02
10	3,10
11	3,14
12	3,17
13	3,07
14	2,96
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE SUELOS

N/REF. : GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Procedencia: Sondeo 50
Tipo de Muestra: TP Profundidad: 21,13-21,50 m.

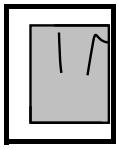
DATOS DEL ENSAYO UNE 103400:1993

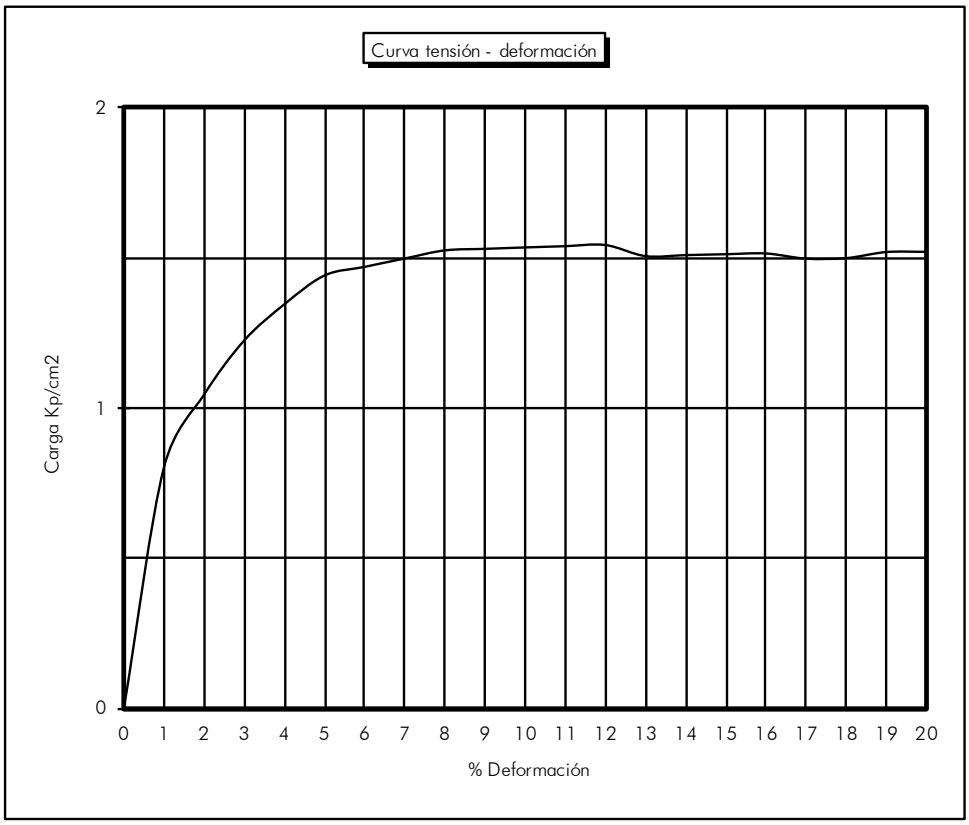
Diámetro probeta (cm.) : 7,4 Altura probeta (cm.): 14,8

Humedad : 20,1% Densidad seca (g/cm^3): 1,70

Resistencia a compresión máxima : 1,51 Kp/cm^2

Tipo de rotura en la probeta





%	Kp/cm^2
0	0
1	0,80
2	1,04
3	1,22
4	1,34
5	1,44
6	1,47
7	1,50
8	1,52
9	1,53
10	1,53
11	1,54
12	1,54
13	1,50
14	1,51
15	1,51
16	1,51
17	1,50
18	1,50
19	1,52
20	1,52

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. C. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. en C. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

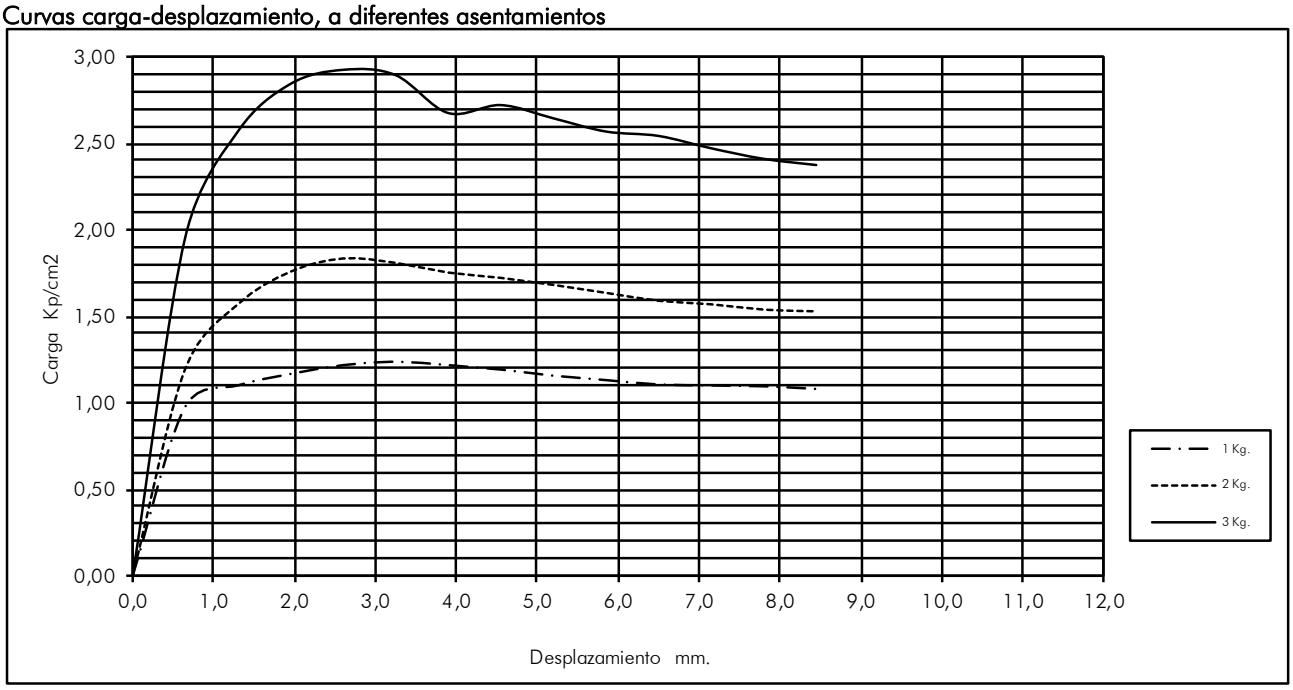
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. Nº Ref.: GT.2022/30
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

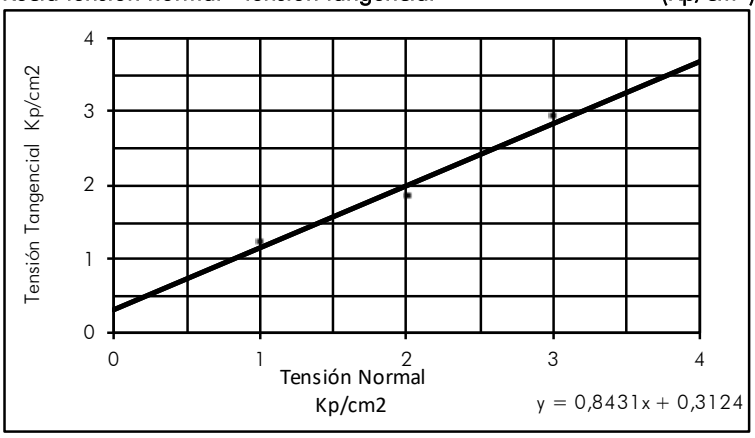
Procedencia: Sondeo S-40 Profundidad 9,00-9,40 m
Tipo de Muestra: MI

Ensayo consolidado y drenado (UNE 103.401)

Curvas carga-desplazamiento, a diferentes asentamientos



Recta tensión normal - tensión tangencial (Kp/cm^2)



Humedad: %

Densidad seca: g/cm^3

Ángulo de rozamiento: 40,1°

Cohesión: 0,31 Kp/cm^2

Sevilla, a 10 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

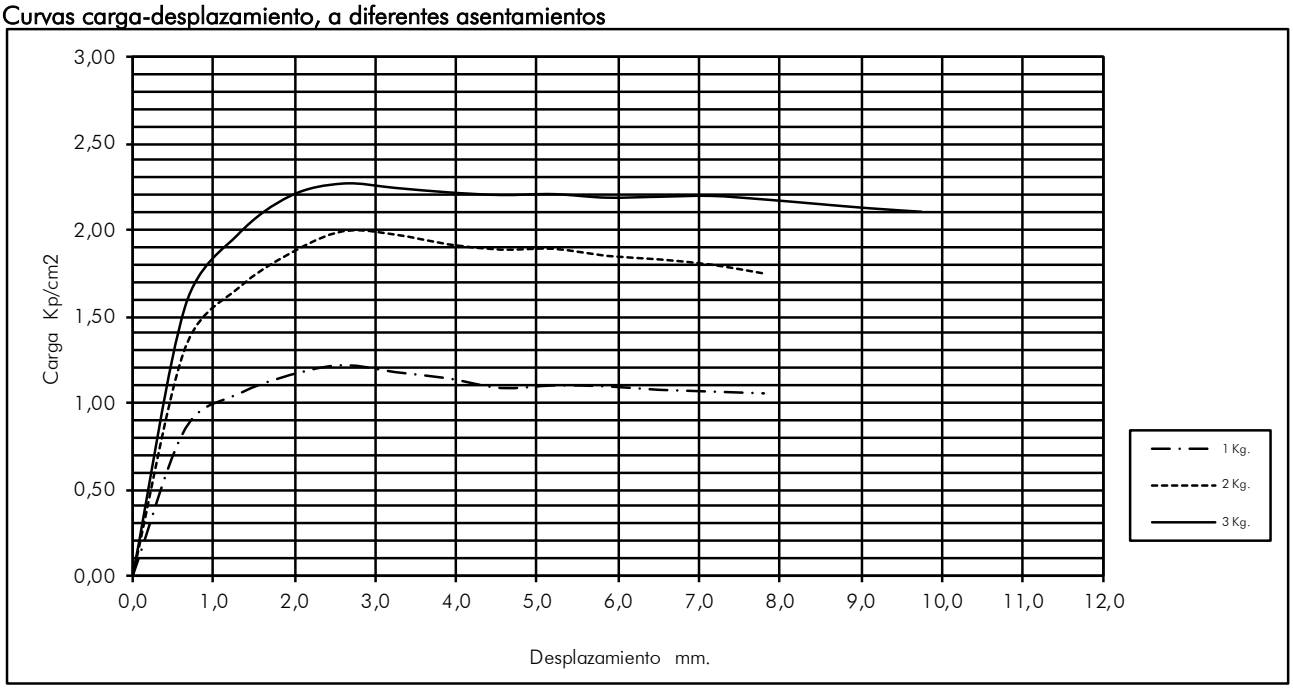
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. Nº Ref.: GT.2022/30
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

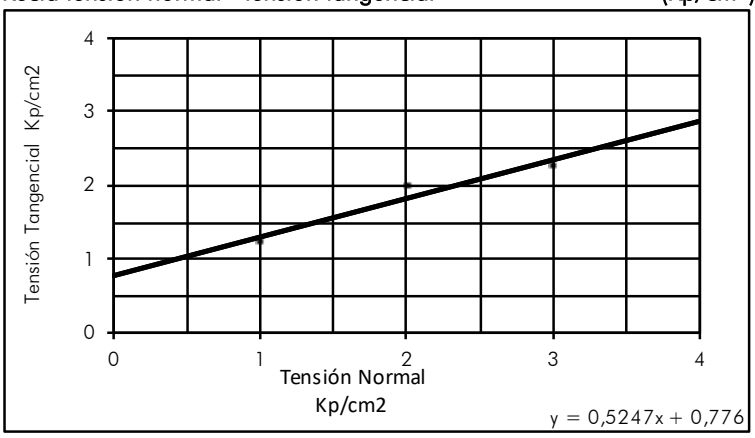
Procedencia: Sondeo S-41 Profundidad 7,80-8,21 m
Tipo de Muestra: MI

Ensayo consolidado y drenado (UNE 103.401)

Curvas carga-desplazamiento, a diferentes asentamientos



Recta tensión normal - tensión tangencial (Kp/cm^2)



Humedad: 15,20%

Densidad seca: 1,76 g/cm^3

Ángulo de rozamiento: 27,7º

Cohesión: 0,78 Kp/cm^2

Sevilla, a 10 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

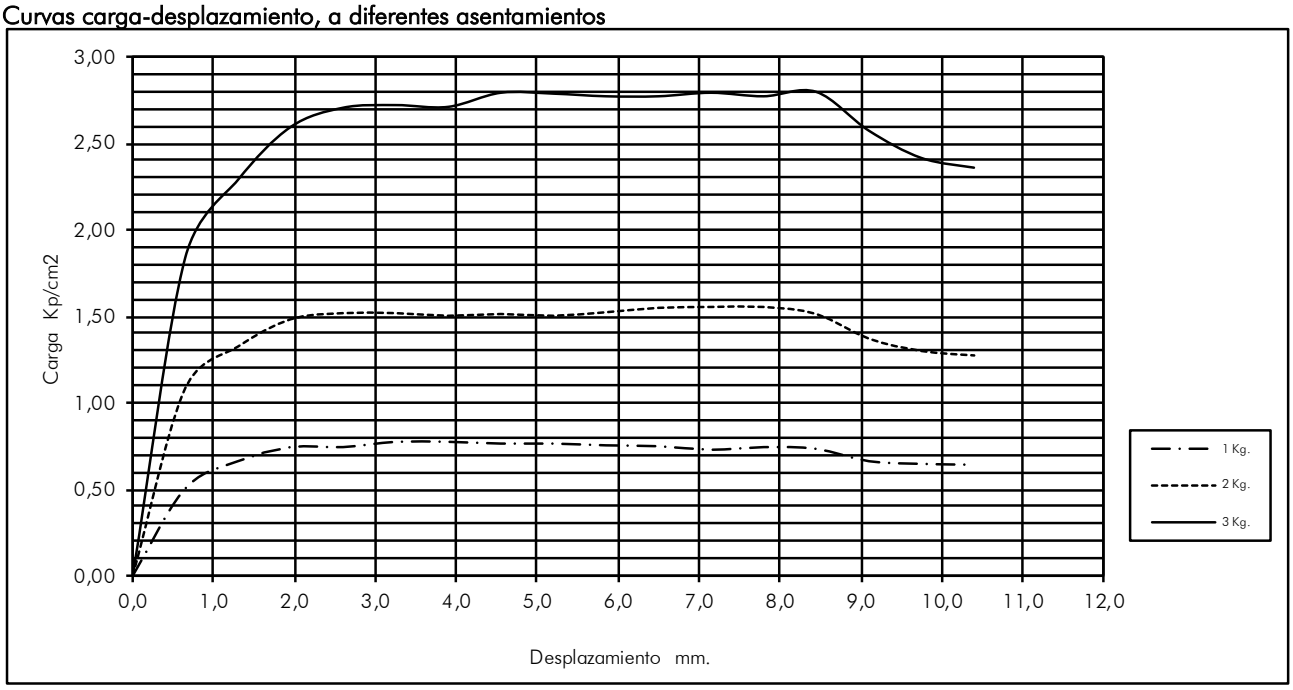
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. Nº Ref.: GT.2022/30
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

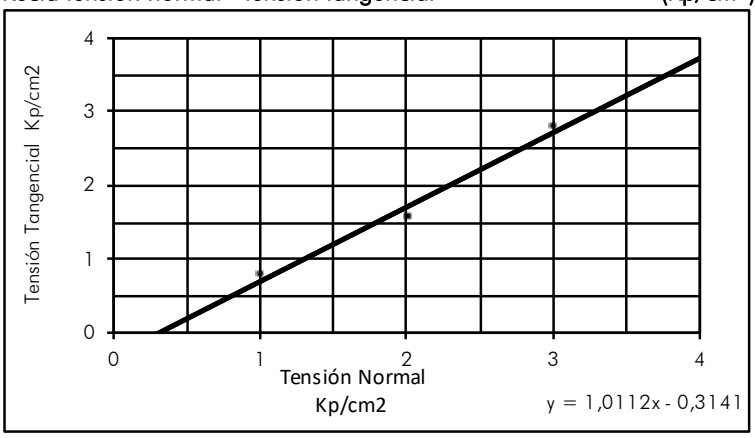
Procedencia: Sondeo S-41 Profundidad 11,80-12,45 m
Tipo de Muestra: TP

Ensayo consolidado y drenado (UNE 103.401)

Curvas carga-desplazamiento, a diferentes asentamientos



Recta tensión normal - tensión tangencial (Kp/cm^2)



Humedad: 13,20%

Densidad seca: 1,93 g/cm^3

Ángulo de rozamiento: 45,3º

Cohesión: 0 Kp/cm^2

Sevilla, a 10 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa
Ingeniería y Control S.L.
C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

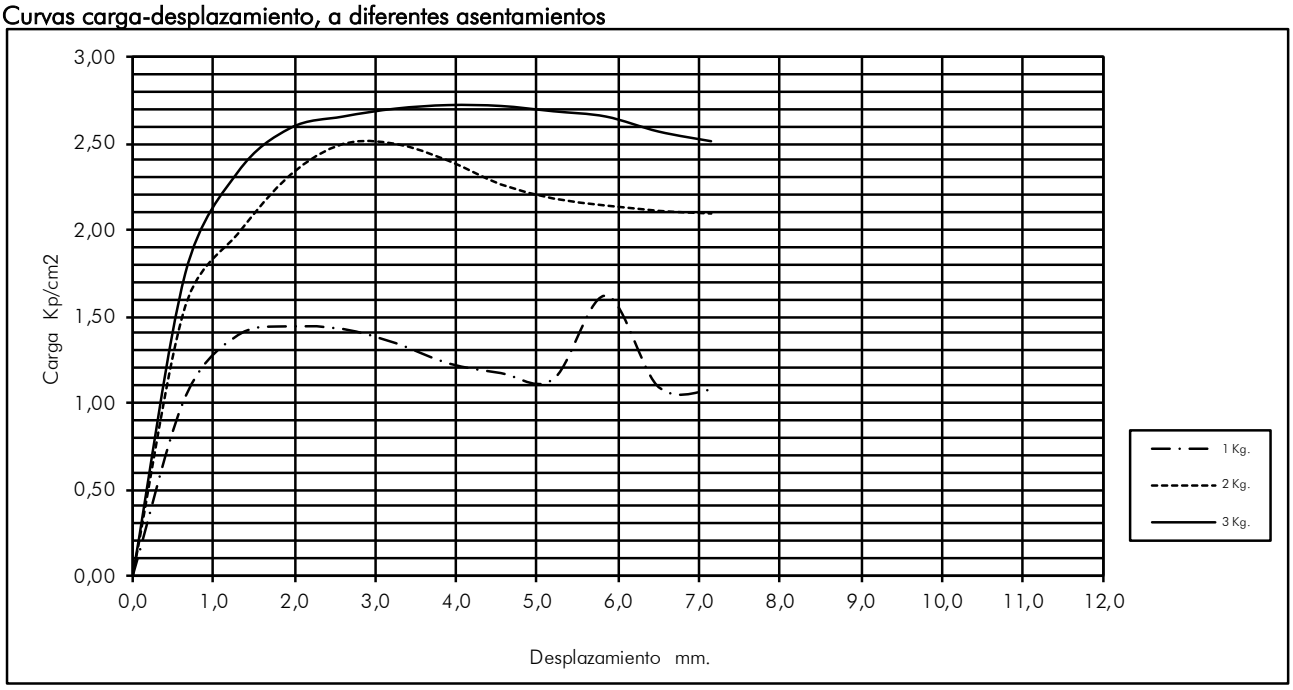
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. Nº Ref.: GT.2022/30
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

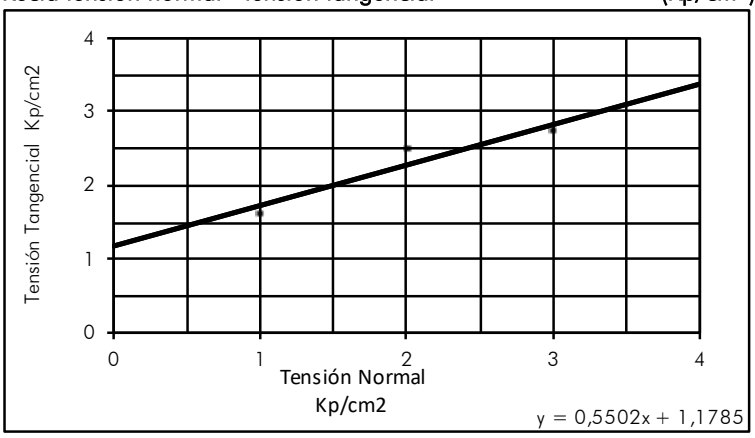
Procedencia: Sondeo S-44 Profundidad 6,60-7,11 m
Tipo de Muestra: MI

Ensayo consolidado y drenado (UNE 103.401)

Curvas carga-desplazamiento, a diferentes asentamientos



Recta tensión normal - tensión tangencial (Kp/cm^2)



Humedad: 14,30%

Densidad seca: 1,83 g/cm^3

Ángulo de rozamiento: 28,8º

Cohesión: 1,18 Kp/cm^2

Sevilla, a 10 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.A. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

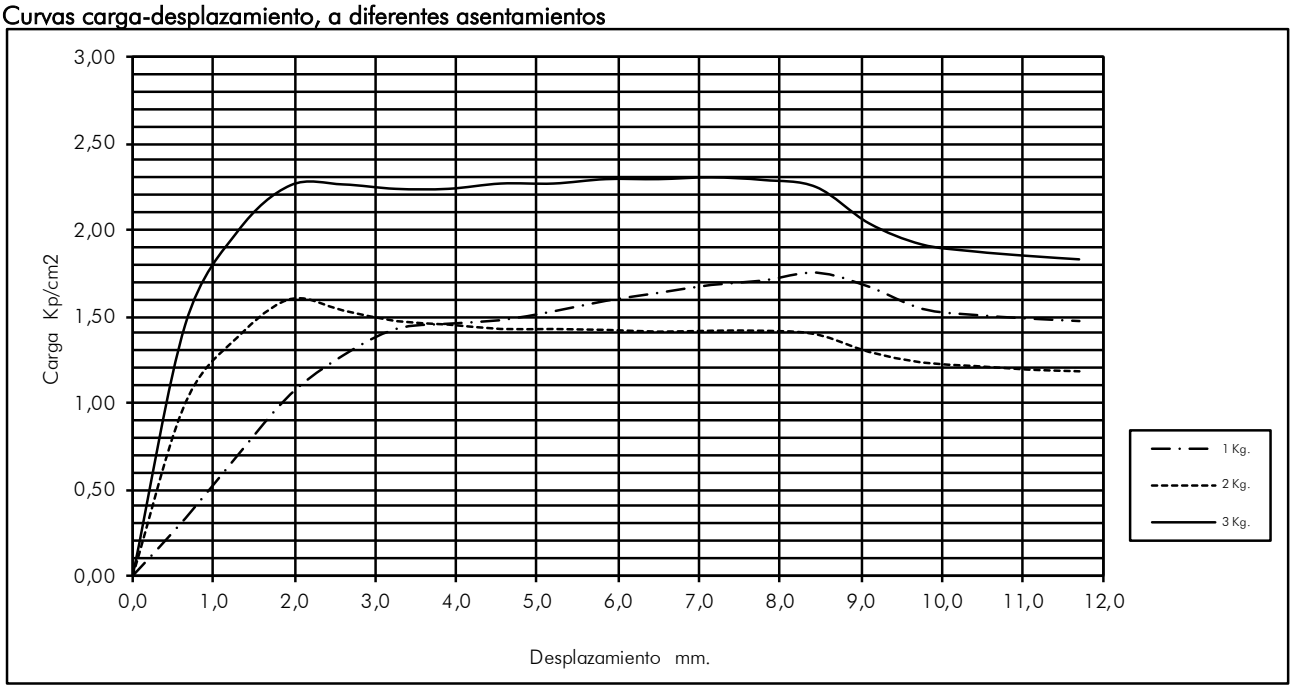
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. Nº Ref.: GT.2022/30
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

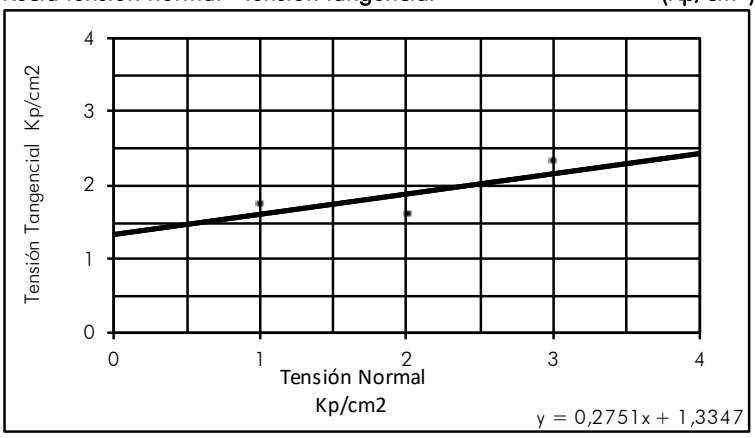
Procedencia: Sondeo S-48 Profundidad 3,00-3,60 m
Tipo de Muestra: MI

Ensayo consolidado y drenado (UNE 103.401)

Curvas carga-desplazamiento, a diferentes asentamientos



Recta tensión normal - tensión tangencial (Kp/cm^2)



Humedad: 10,10%

Densidad seca: 2,06 g/cm^3

Ángulo de rozamiento: 15,4°

Cohesión: 1,33 Kp/cm^2

Sevilla, a 10 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.A. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

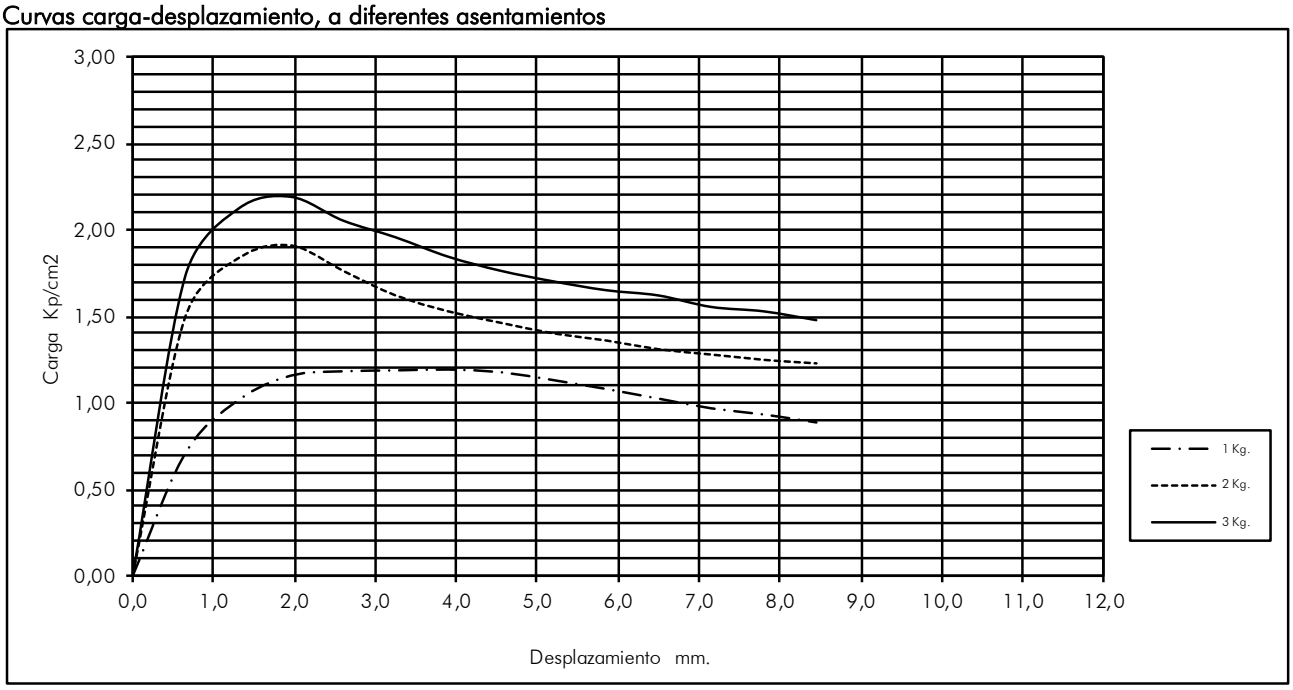
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. Nº Ref.: GT.2022/30
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

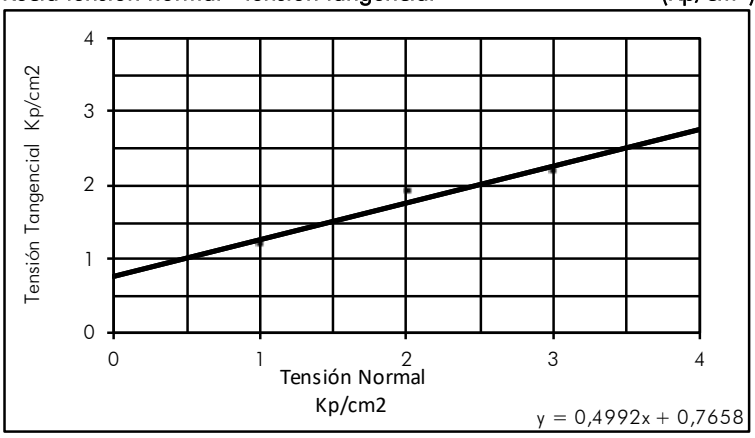
Procedencia: Sondeo S-49 Profundidad 3,20-3,70 m
Tipo de Muestra: MI

Ensayo consolidado y drenado (UNE 103.401)

Curvas carga-desplazamiento, a diferentes asentamientos



Recta tensión normal - tensión tangencial (Kp/cm^2)



Humedad: 16,10%

Densidad seca: 1,82 g/cm^3

Ángulo de rozamiento: 26,5°

Cohesión: 0,77 Kp/cm^2

Sevilla, a 10 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

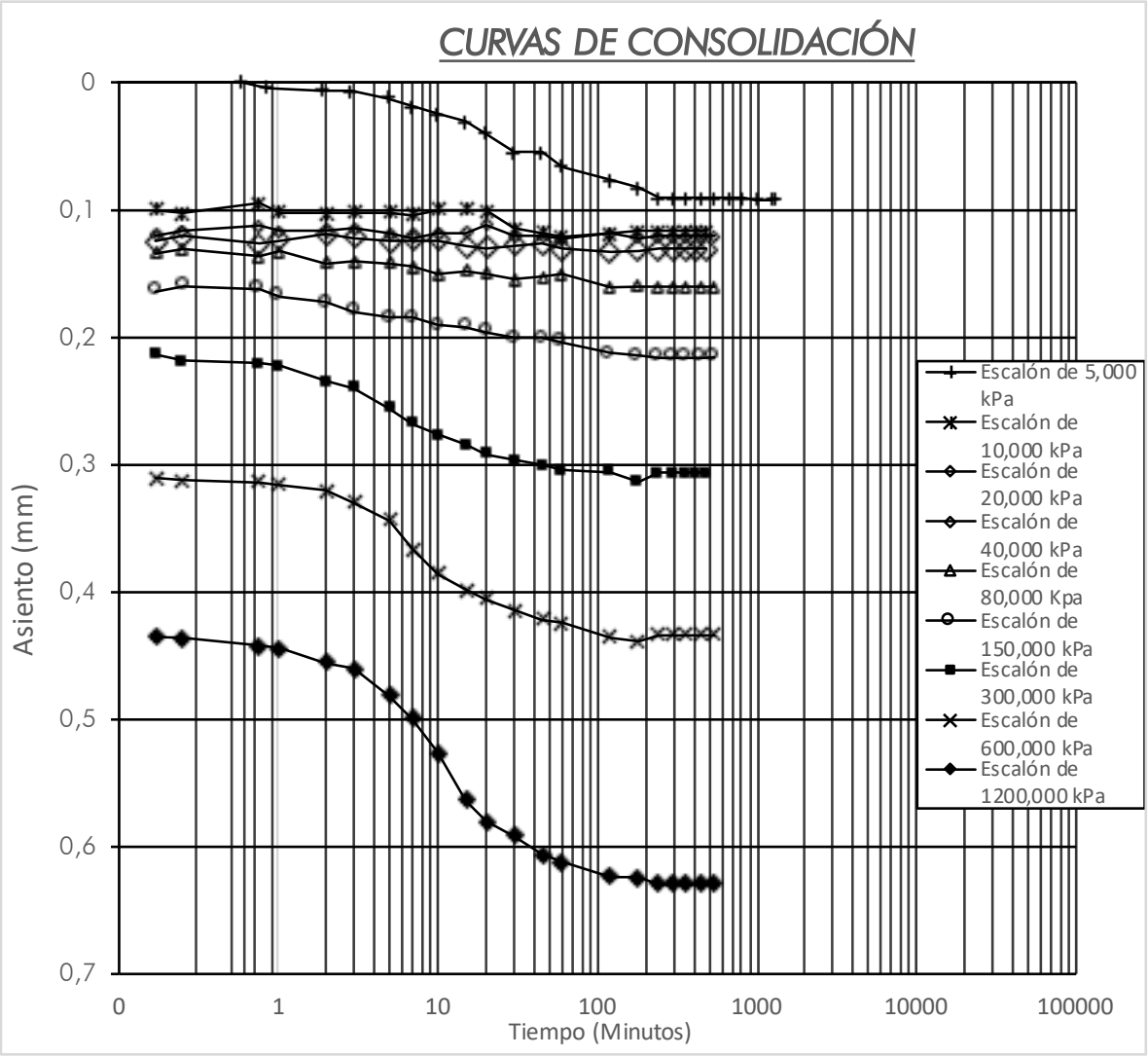
ENSAYO EDOMÉTRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.

Tipo de material: M.I.
Sondeo: S-41 Cata: Profundidad: 7,80-8,21 m

Lectura inicial del cuadrante(mm.): 0,0



Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO EDOMÉTRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

PETICIONARIO : Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Tipo de suelo: M.I.
Sondeo: S-41 Cata: Profundidad: 7,80-8,21 m

RESULTADOS OBTENIDOS UNE 103405:1994

Humedad =	Inicial:	10,6%	Final:	10,7%	Peso suelo (gr.) :	77,61
Superficie (cm^2):		19,64	Altura (mm.):	20	Peso específico (gr/cm^3):	2,63

Presión Kp/cm^2	Lectura inicial	Lecturas sucesivas	Lecturas incremento	Altura inicial	Altura sucesiva	Índice de poros
0,05	0,00	0,09	0,09	4,975	4,883	0,325
0,1		0,12	0,12		4,858	0,323
0,2		0,12	0,12		4,854	0,323
0,4		0,13	0,13		4,843	0,322
0,8		0,16	0,16		4,814	0,320
1,5		0,22	0,22		4,759	0,317
3,0		0,31	0,31		4,668	0,311
6,0		0,43	0,43		4,541	0,302
12,0		0,63	0,63		4,345	0,289
3,0		0,58	0,58		4,398	0,293
0,4		0,50	0,50		4,470	0,298
0,05		0,48	0,48		4,499	0,299

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

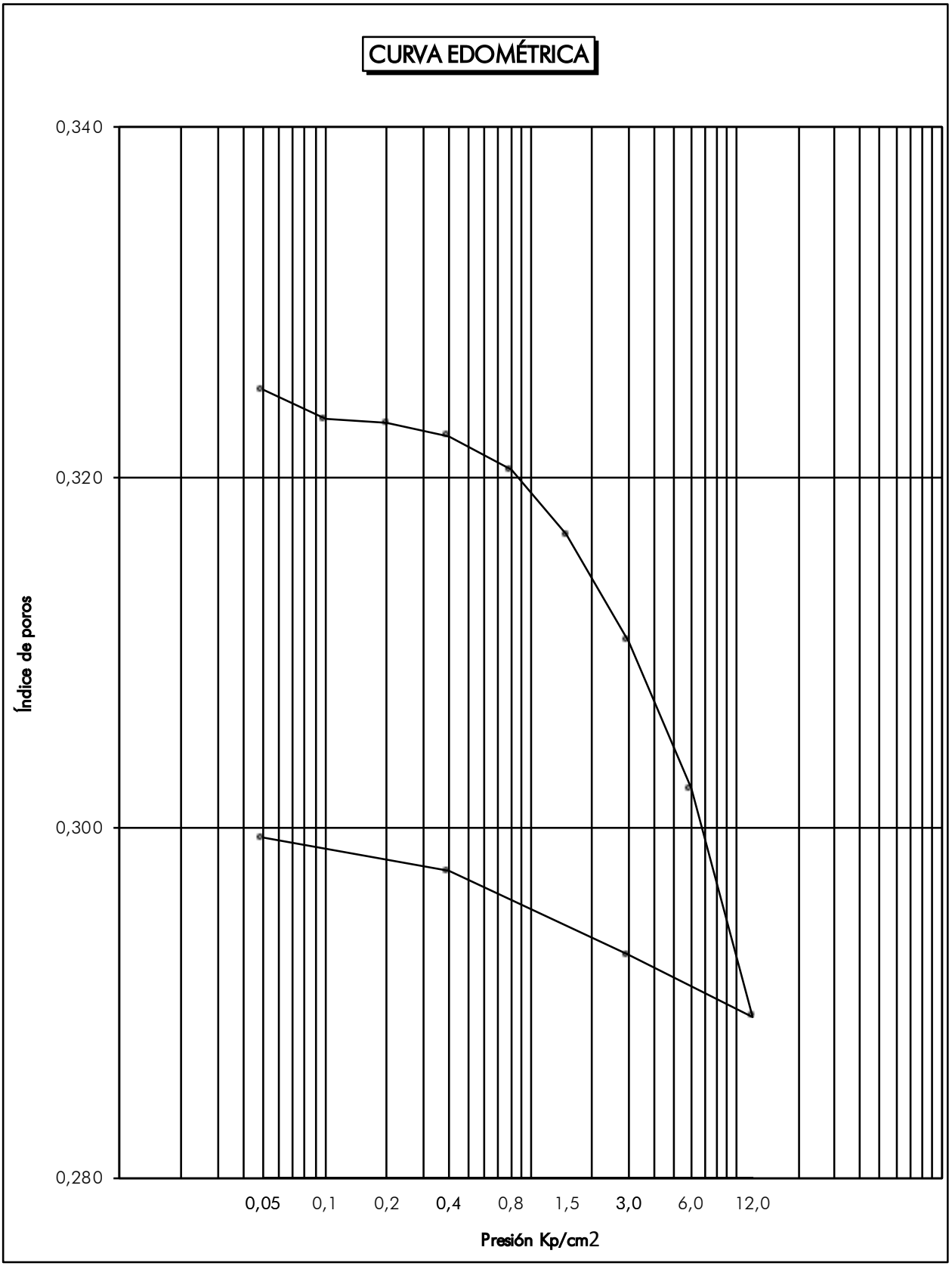
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO EDOMETRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

Sondeo: S-41 Cata: Profundidad: 7,80-8,21 m

CURVA EDOMÉTRICA



Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

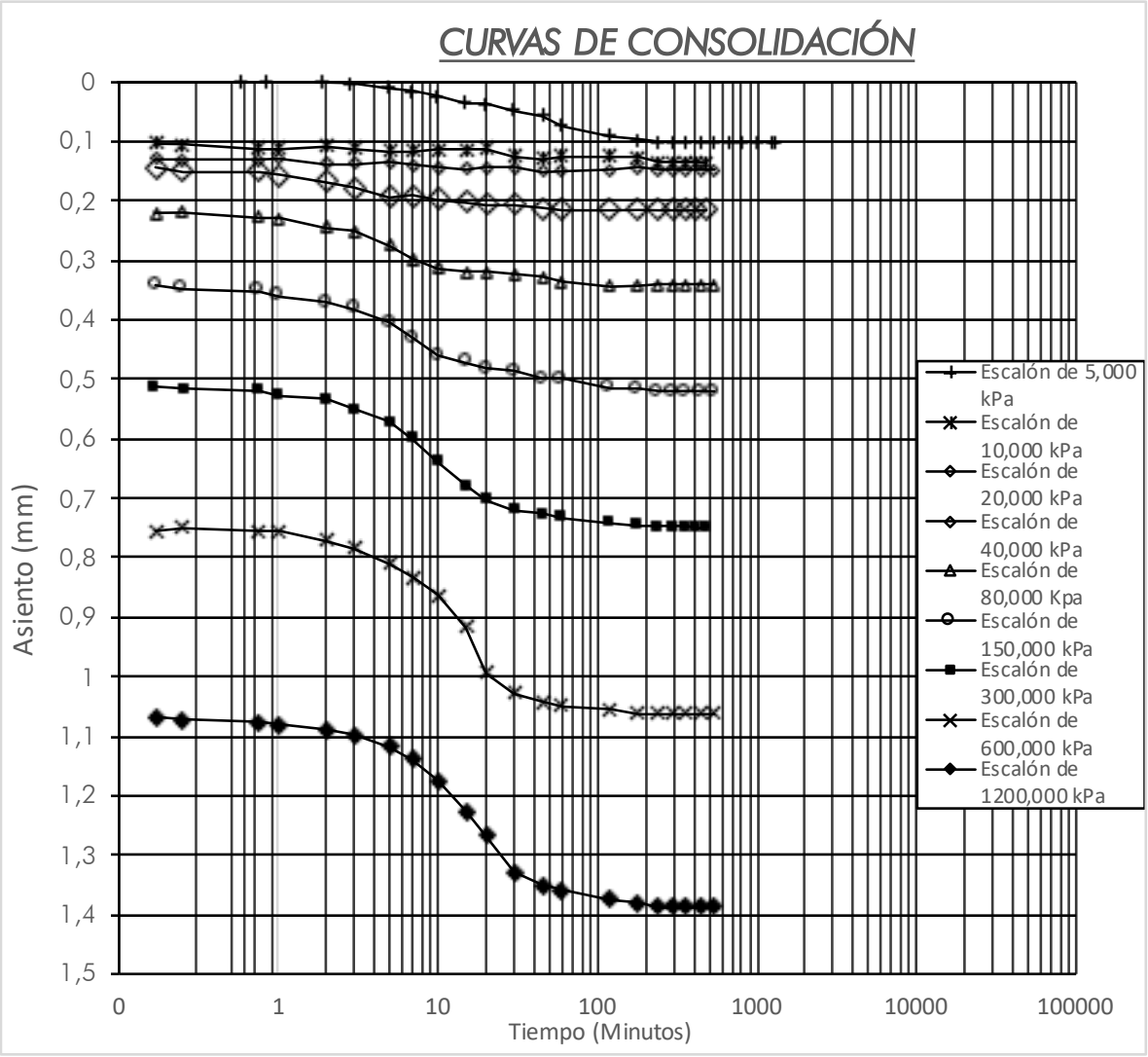
ENSAYO EDOMÉTRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.

Tipo de material: M.I.
Sondeo: S-41 Cata: Profundidad: 11,80-12,45 m

Lectura inicial del cuadrante(mm.): 0,0



Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa
Ingeniería y Control S.L.
C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO EDOMÉTRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

PETICIONARIO : Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Tipo de suelo: M.I.
Sondeo: S-41 Cata: Profundidad: 11,80-12,15 m

RESULTADOS OBTENIDOS UNE 103405:1994

Humedad =	Inicial:	10,6%	Final:	10,7%	Peso suelo (gr.) :	77,61
Superficie (cm^2):		19,64	Altura (mm.):	20	Peso específico (gr/cm^3):	2,78

Presión Kp/cm^2	Lectura inicial	Lecturas sucesivas	Lecturas incremento	Altura inicial	Altura sucesiva	Índice de poros
0,05	0,00	0,10	0,10	5,786	5,685	0,400
0,1		0,14	0,14		5,650	0,397
0,2		0,15	0,15		5,638	0,397
0,4		0,21	0,21		5,572	0,392
0,8		0,34	0,34		5,444	0,383
1,5		0,52	0,52		5,265	0,370
3,0		0,75	0,75		5,037	0,354
6,0		1,06	1,06		4,722	0,332
12,0		1,39	1,39		4,397	0,309
3,0		1,33	1,33		4,456	0,313
0,4		1,18	1,18		4,610	0,324
0,05		1,07	1,07		4,715	0,332

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

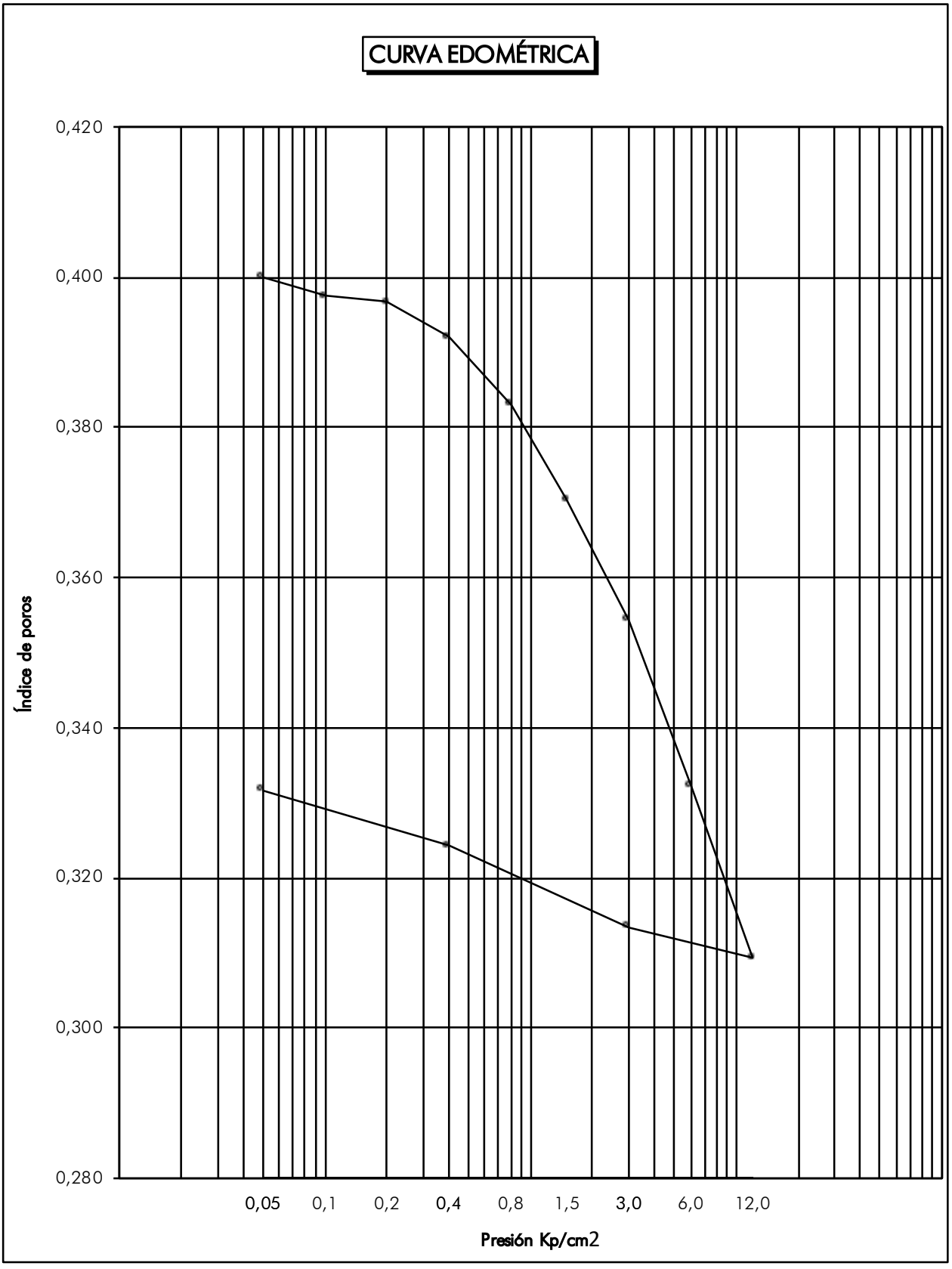
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO EDOMETRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

Sondeo: S-41 Cata: Profundidad: 11,80-12,15 m

CURVA EDOMÉTRICA



Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

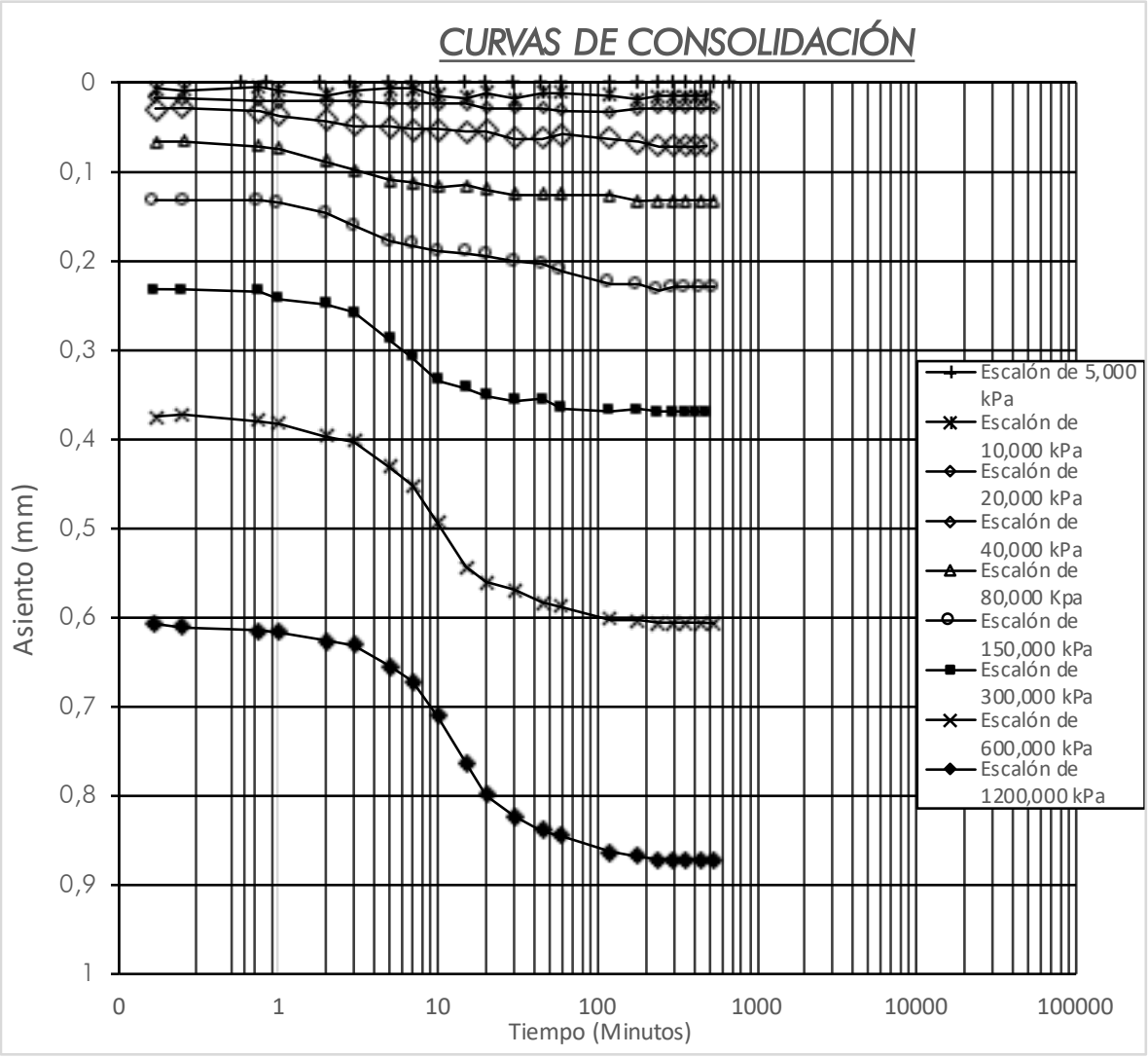
ENSAYO EDOMÉTRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.

Tipo de material: M.I.
Sondeo: S-48 Cata: Profundidad: 3,00-3,60 m

Lectura inicial del cuadrante(mm.): 0,0



Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO EDOMÉTRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

PETICIONARIO : Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Tipo de suelo: M.I.
Sondeo: S-48 Cata: Profundidad: 3,00-3,60 m

RESULTADOS OBTENIDOS UNE 103405:1994

Humedad =	Inicial:	10,6%	Final:	10,7%	Peso suelo (gr.) :	77,61
Superficie (cm^2):		19,64	Altura (mm.):	20	Peso específico (gr/cm^3):	2,71

Presión Kp/cm^2	Lectura inicial	Lecturas sucesivas	Lecturas incremento	Altura inicial	Altura sucesiva	Índice de poros
0,05	0,00	0,00	0,00	5,418	5,418	0,372
0,1		0,02	0,02		5,403	0,371
0,2		0,03	0,03		5,389	0,370
0,4		0,07	0,07		5,347	0,367
0,8		0,13	0,13		5,285	0,362
1,5		0,23	0,23		5,189	0,356
3,0		0,37	0,37		5,048	0,346
6,0		0,61	0,61		4,811	0,330
12,0		0,87	0,87		4,546	0,312
3,0		0,83	0,83		4,591	0,315
0,4		0,73	0,73		4,692	0,322
0,05		0,64	0,64		4,783	0,328

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

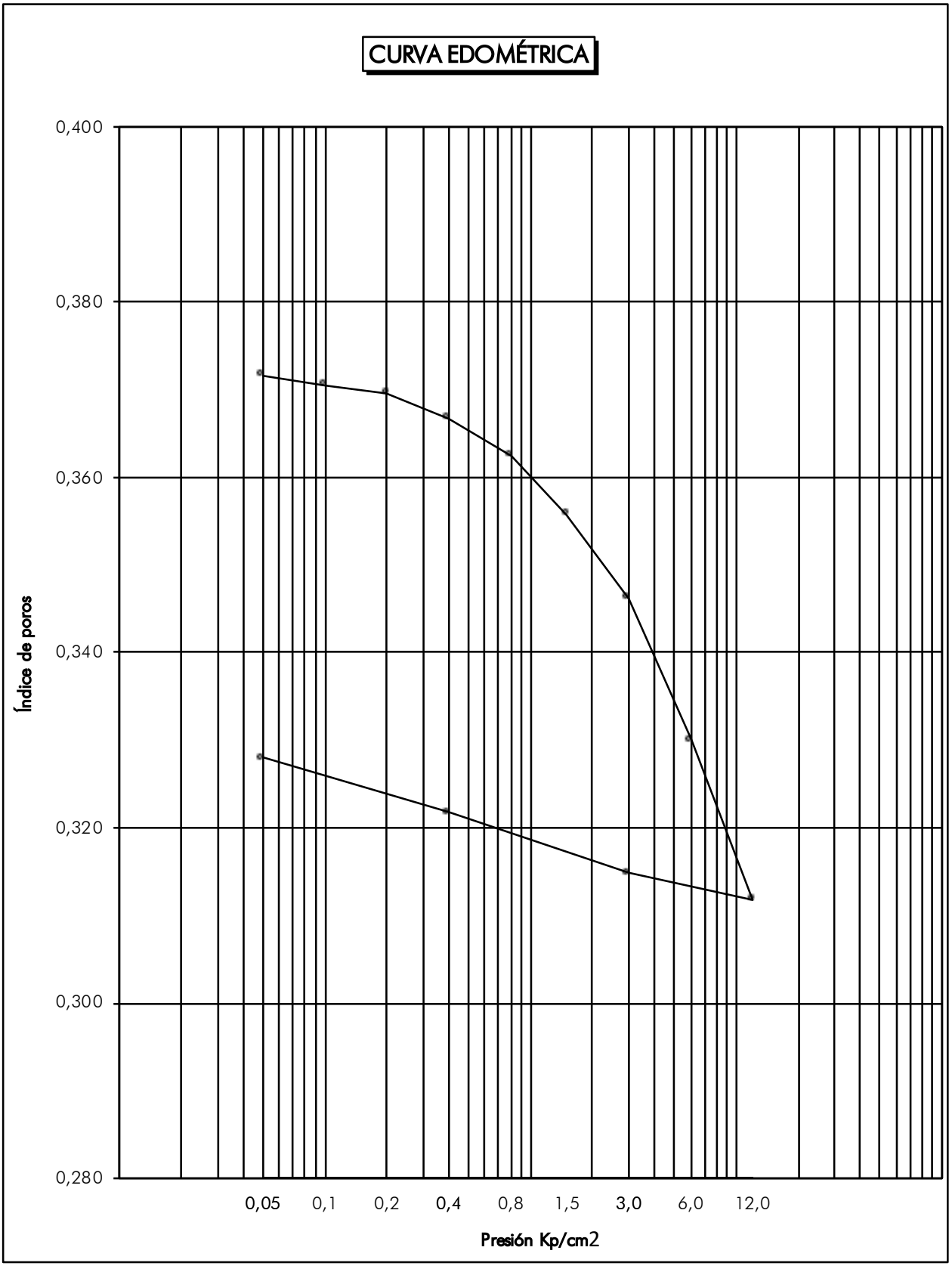
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO EDOMETRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

Sondeo: S-48 **Cata:** **Profundidad:** 3,00-3,60 m

CURVA EDOMÉTRICA



Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

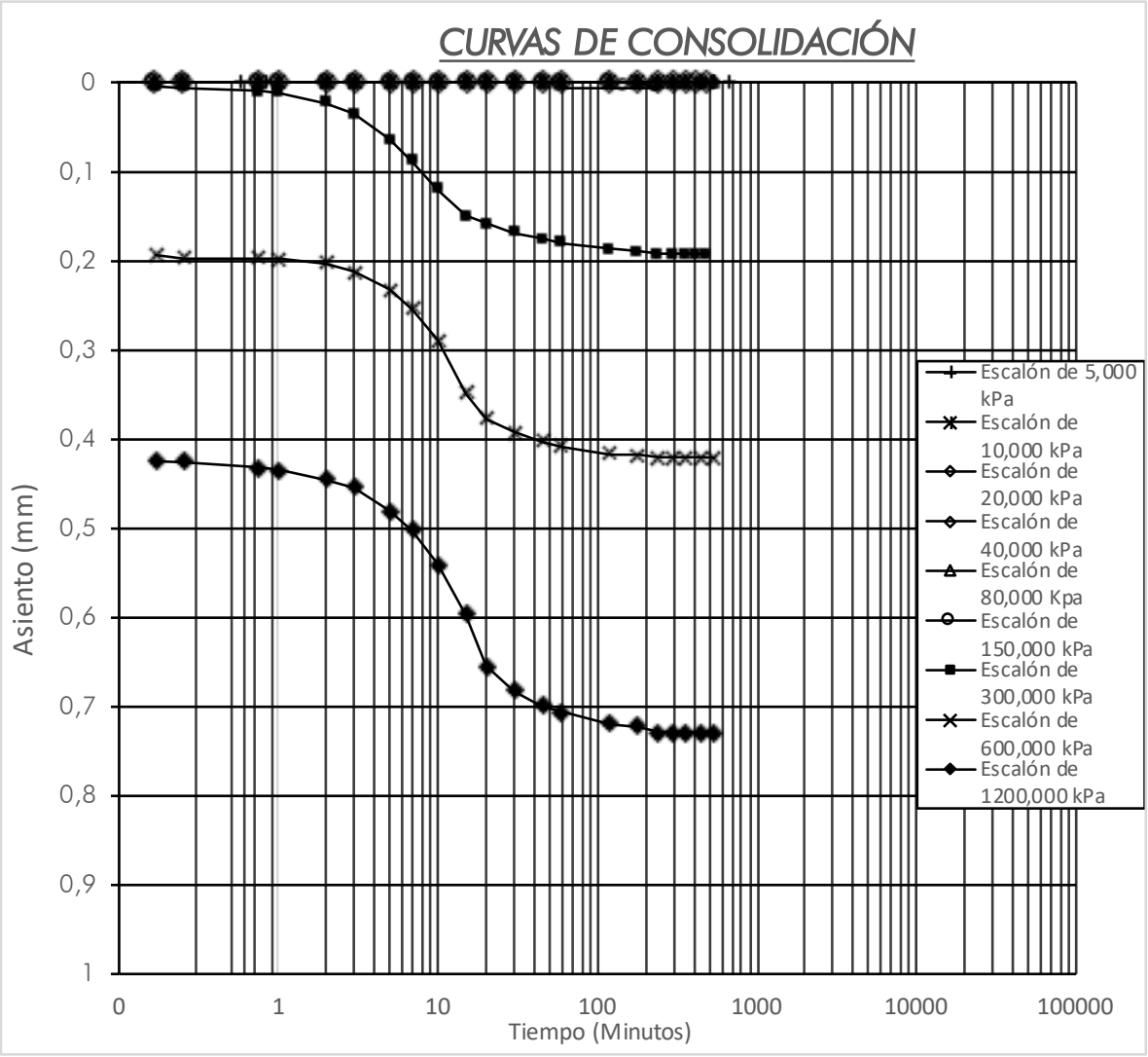
ENSAYO EDOMÉTRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

PETICIONARIO: Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA: Central Nuclear de Cofrentes.

Tipo de material: M.I.
Sondeo: S-49 Cata: Profundidad: 3,20-3,71 m

Lectura inicial del cuadrante(mm.): 0,0



Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO EDOMÉTRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

PETICIONARIO : Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U.
OBRA : Central Nuclear de Cofrentes.

Tipo de suelo: M.I.
Sondeo: S-49 Cata: Profundidad: 3,20-3,71 m

RESULTADOS OBTENIDOS UNE 103405:1994

Humedad =	Inicial:	14,9%	Final:	16,4%	Peso suelo (gr.) :	74,75
Superficie (cm^2):		19,64	Altura (mm.):	20	Peso específico (gr/cm^3):	2,71

Presión Kp/cm^2	Lectura inicial	Lecturas sucesivas	Lecturas incremento	Altura inicial	Altura sucesiva	Índice de poros
0,05	0,00	0,00	0,00	5,956	5,956	0,424
0,1		0,00	0,00		5,956	0,424
0,2		0,00	0,00		5,956	0,424
0,4		0,00	0,00		5,956	0,424
0,8		0,00	0,00		5,956	0,424
1,5		0,01	0,01		5,949	0,424
3,0		0,19	0,19		5,763	0,410
6,0		0,42	0,42		5,535	0,394
12,0		0,73	0,73		5,226	0,372
3,0		0,59	0,59		5,365	0,382
0,4		0,29	0,29		5,661	0,403
0,05		0,06	0,06		5,899	0,420

Sevilla, a 9 de mayo de 2022

Codexsa Ingeniería y Control S.L. C.I.F.:B-41559287

Mª José Berdugo Álvarez
Directora Téc.Lab. Sevilla
Lda. CC. Geológicas

Tomás Monteagudo Camacho
Responsable de ensayos
Ldo. CC. Geológicas

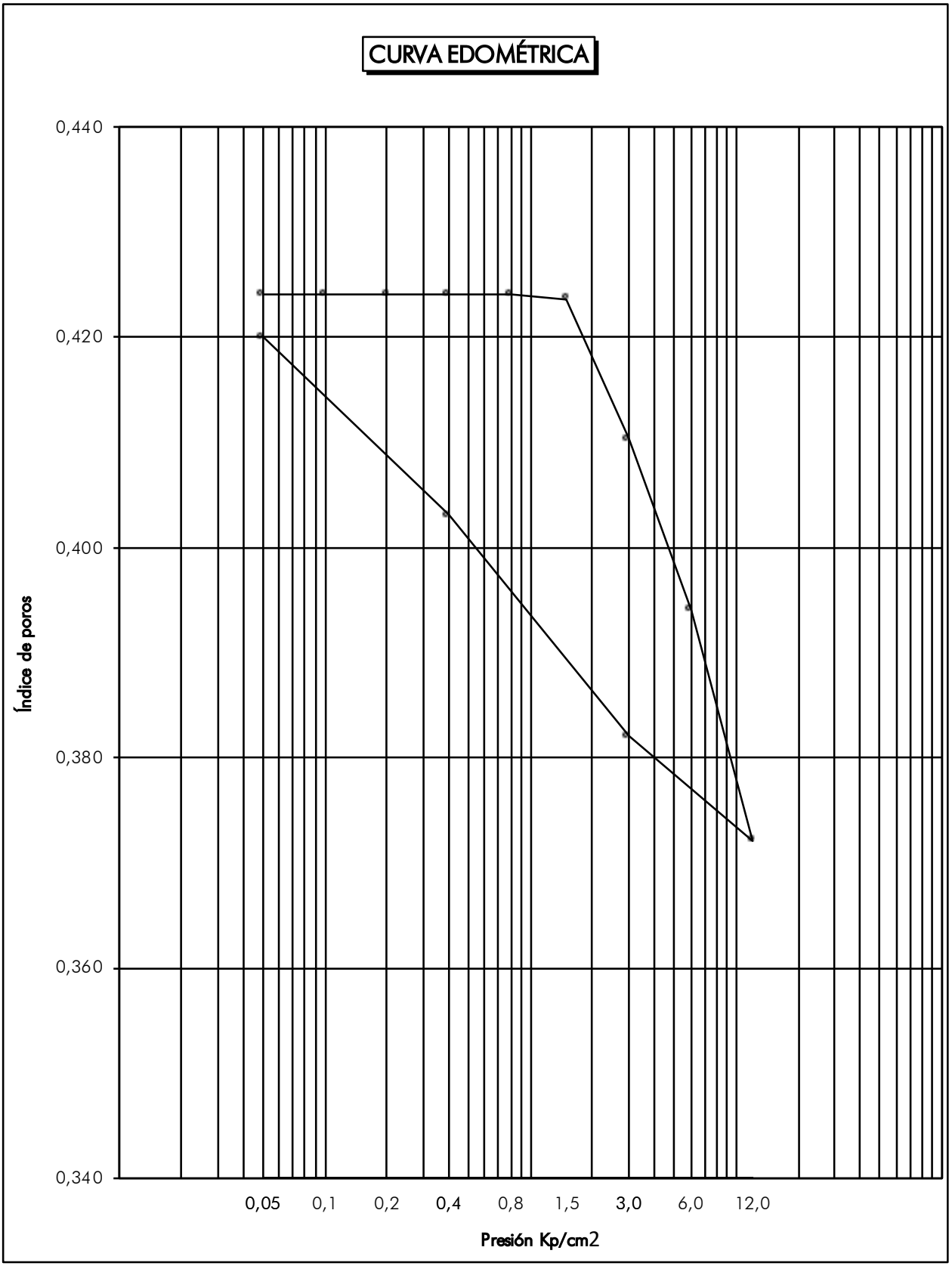
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

ENSAYO EDOMETRICO

N/Rf.: GT. 2022/30

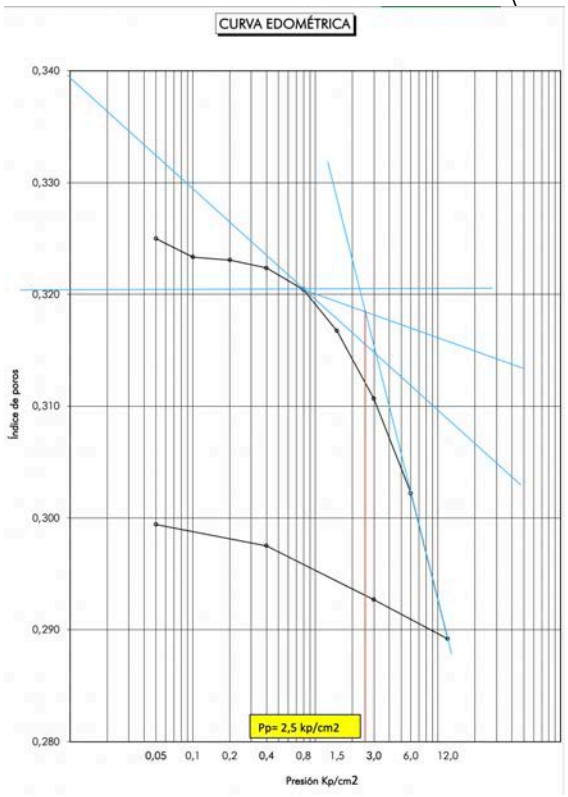
Sondeo: S-49 **Cata:** **Profundidad:** 3,20-3,71 m

CURVA EDOMÉTRICA

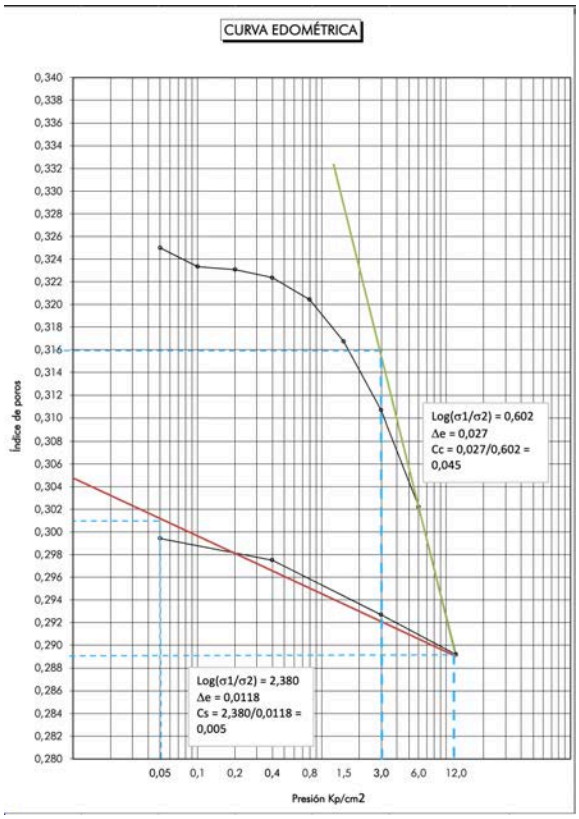


Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

INTERPRETACIÓN EDÓMETROS
S-41 7,80-8,21:
PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN (MÉTODO DE CASAGRANDE)



COEFICIENTES DE COMPRESIÓN Cc E HINCHAMIENTO Cs:

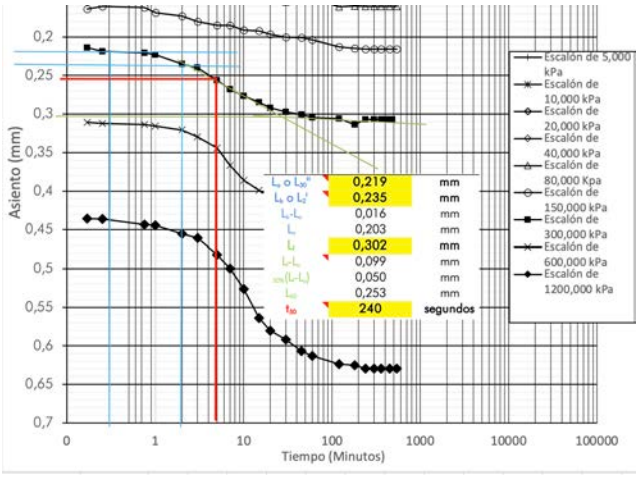


Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Cv
Método de Casagrande:

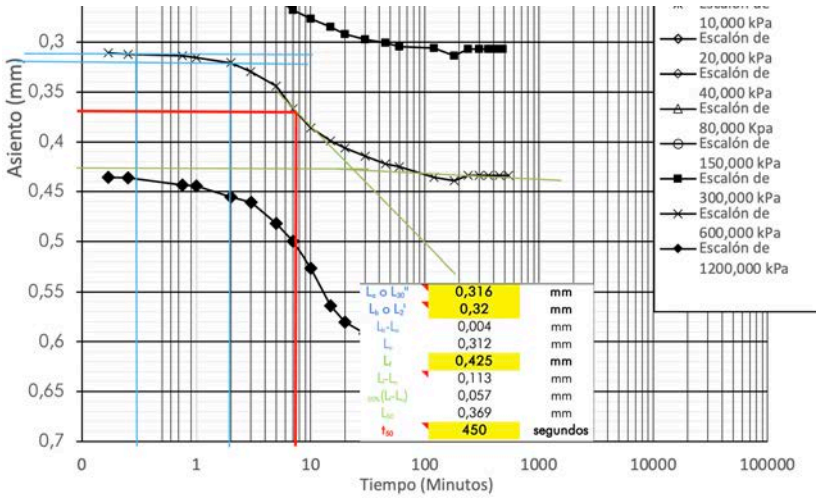
$$Cv = \frac{T_{50\%} \cdot \left(\frac{H_{lab}}{2}\right)^2}{t_{ensayo50\%}}$$

Escalón de 300 kPa:



H_{lab} = 0,997525 cm
Cv = 0,0008168 cm^2/s

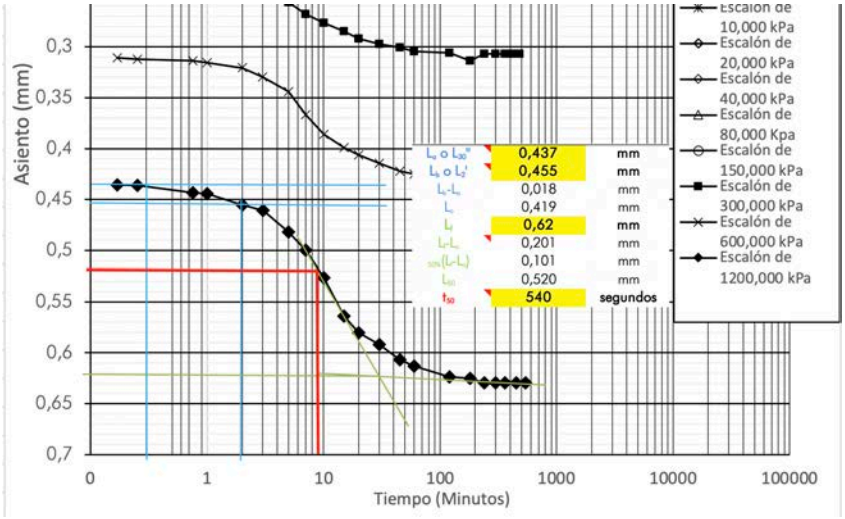
Escalón de 600 kPa:



H_{lab} = 0,994975 cm
Cv = 0,0004353 cm^2/s

Escalón de 1200 kPa

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

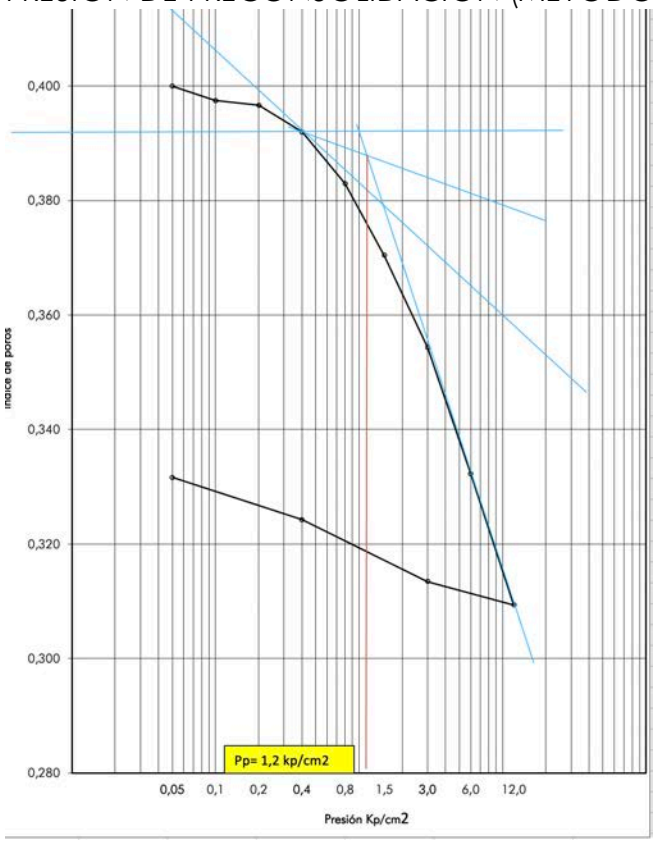


H_{lab} = 0,994975 cm
Cv = 0,0003612 cm^2/s

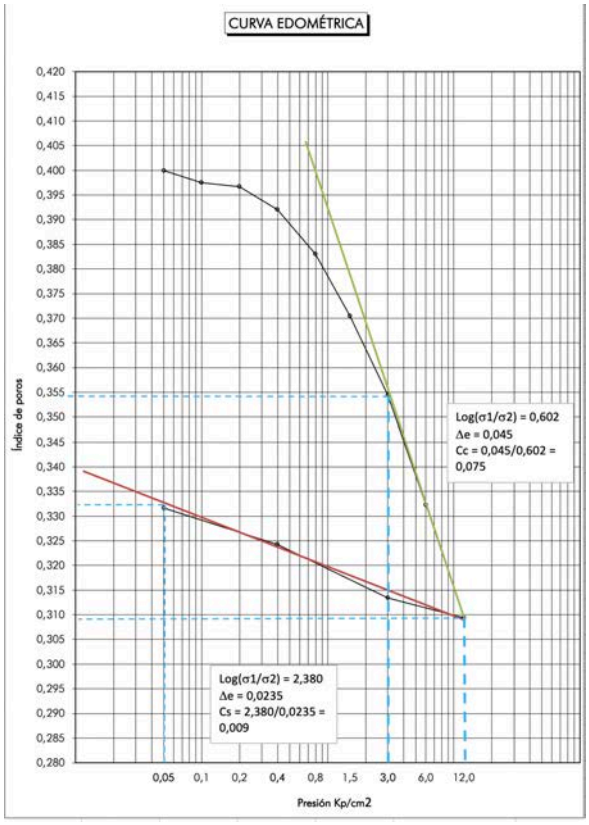
Valor medio de Cv = 0,0005378 cm^2/s.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

S-41 11,80-12,15 m:
PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN (MÉTODO DE CASAGRANDE)



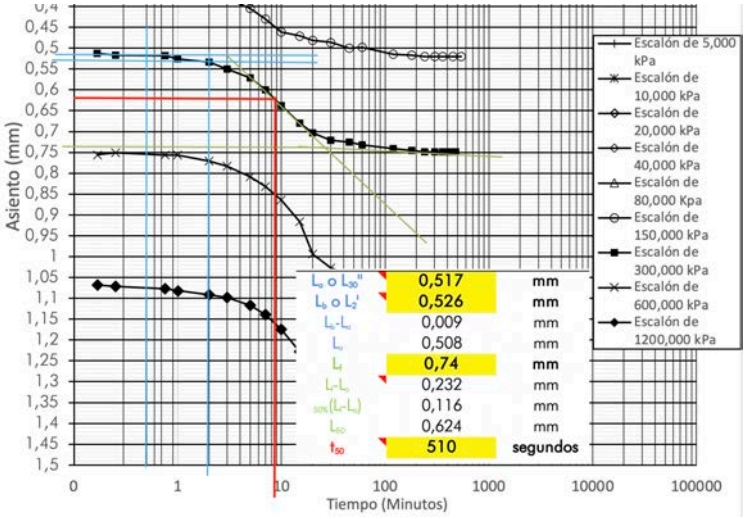
COEFICIENTES DE COMPRESIÓN Cc Y DE HINCHAMIENTO Cs



Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

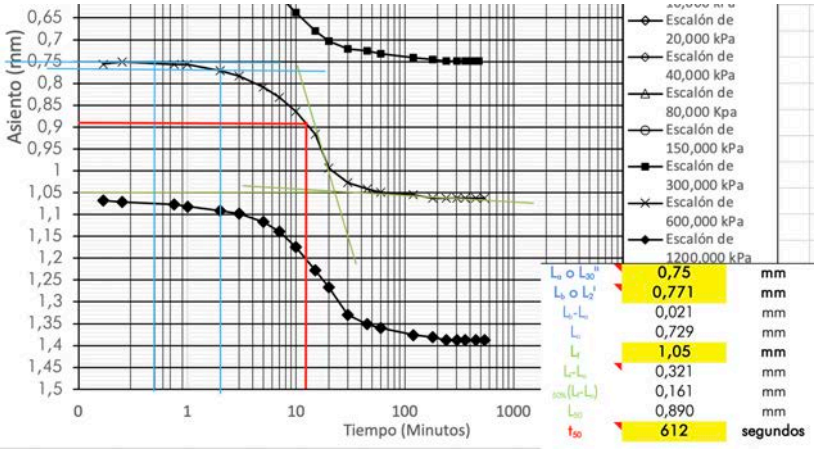
COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Cv
Método de Casagrande:

Escalón de 300 kPa:



H_{lab} = 0,9942 cm
Cv = 0,0003818 cm^2/s

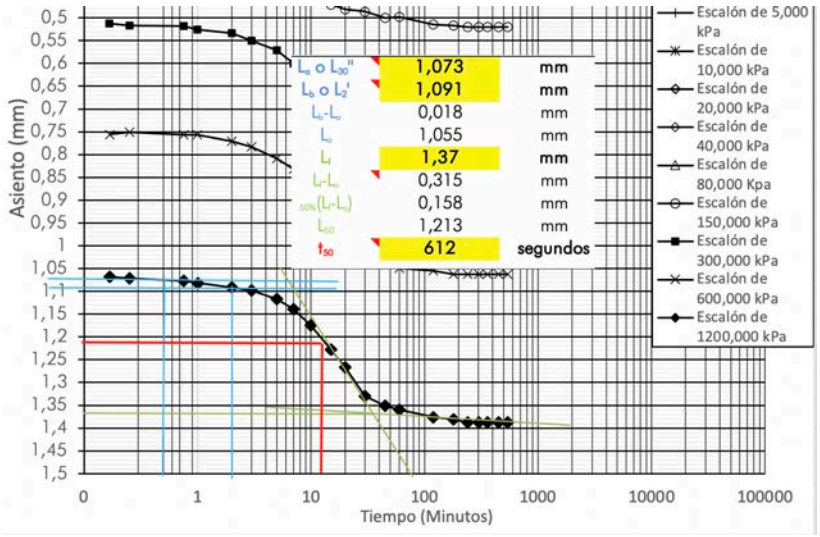
Escalón de 600 kPa:



H_{lab} = 0,991975 cm
Cv = 0,0003167 cm^2/s

Escalón de 1200 kPa:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

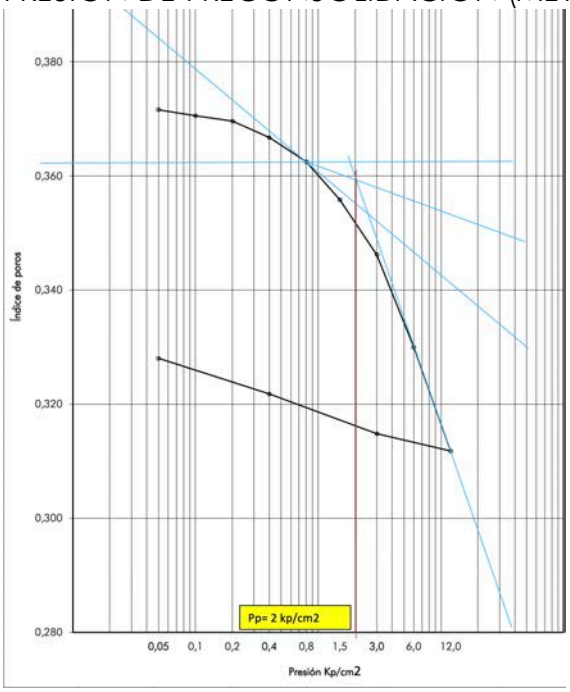


H_{lab} = 0,992125 cm
Cv = 0,0003168 cm^2/s

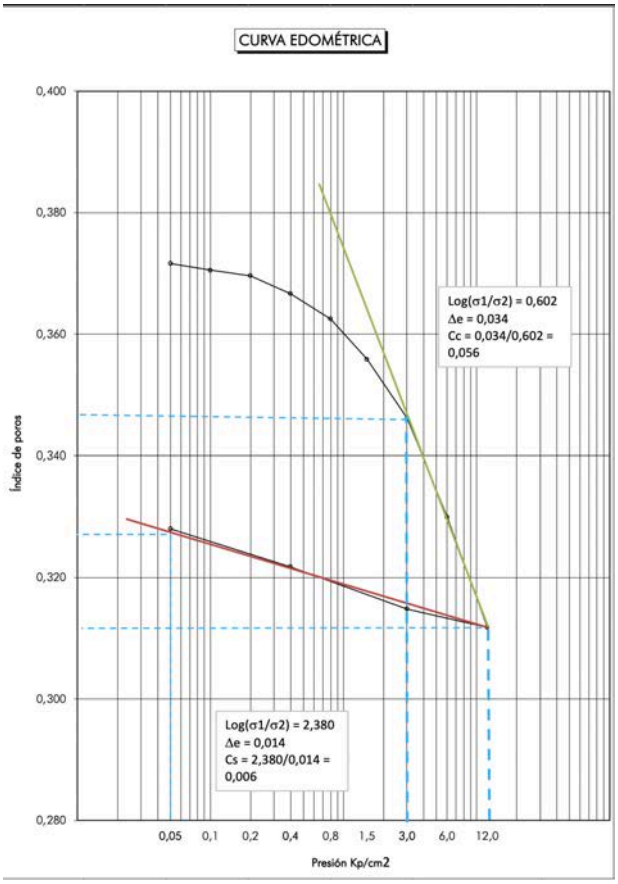
Valor medio de Cv = 0,0003601 cm^2/s.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

S-48 3,00-3,60 m:
PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN (MÉTODO DE CASAGRANDE)



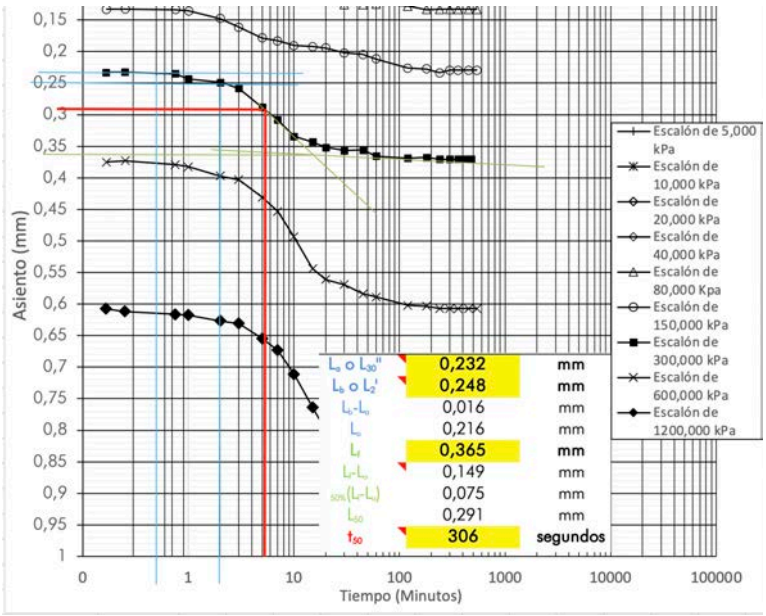
COEFICIENTES DE COMPRESIÓN Cc e HINCHAMIENTO Cs



Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

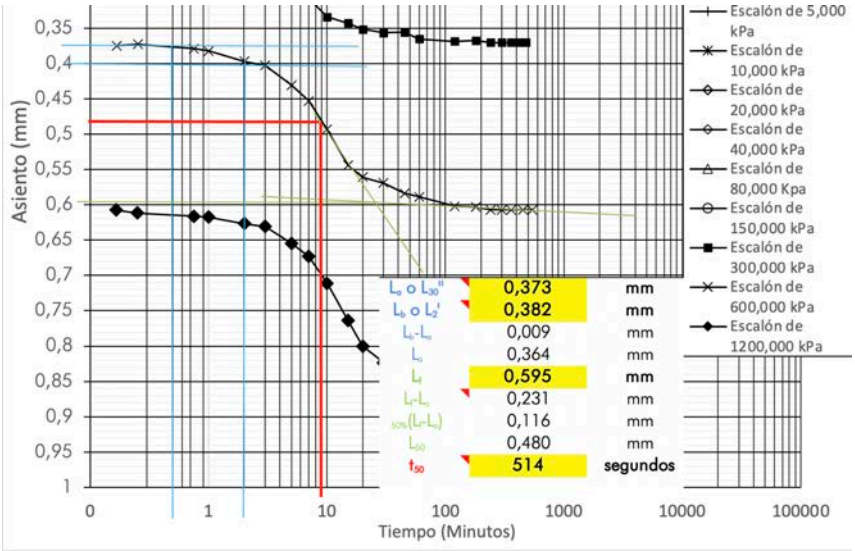
COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Cv
Método de Casagrande:

Escalón de 300 kPa:



H_{lab} = 0,996275 cm
Cv = 0,0006390 cm^2/s

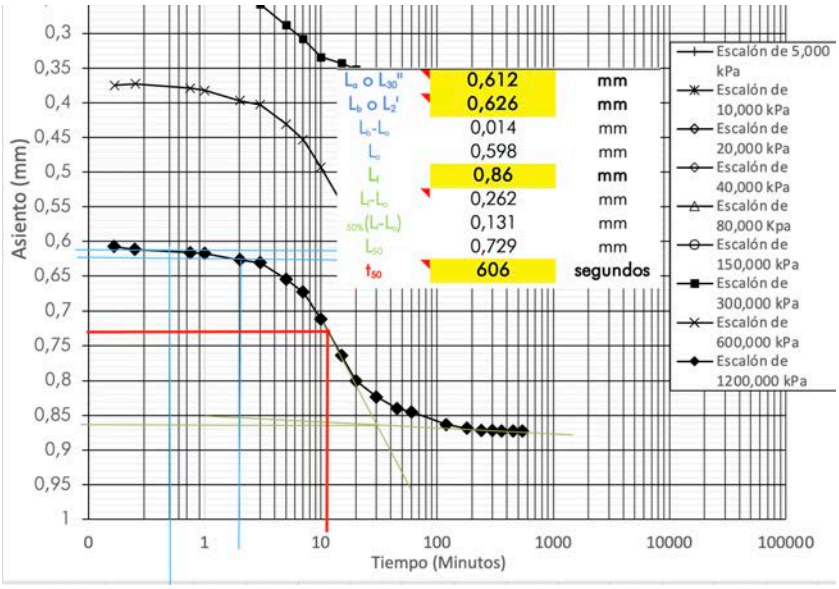
Escalón de 600 kPa:



H_{lab} = 0,994225 cm
Cv = 0,0003789 cm^2/s

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Escalón de 1200 kPa:

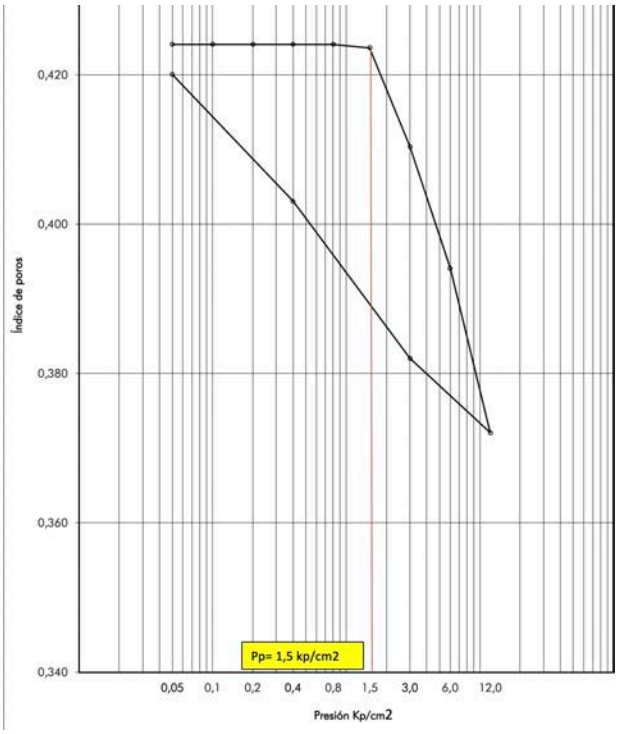


H_{lab} = 0,99345 cm
Cv = 0,0003208 cm^2/s

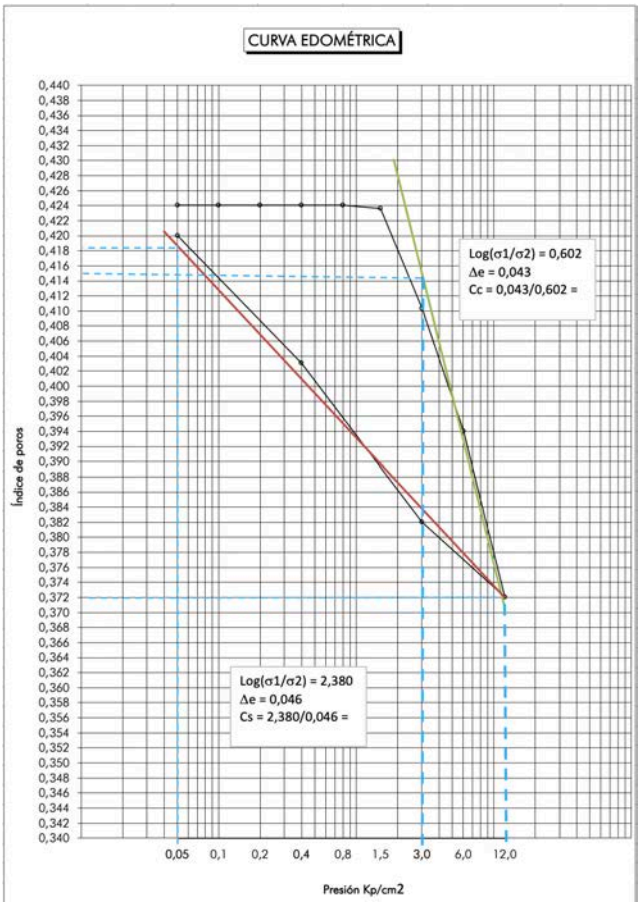
Valor medio de Cv = 0,0004462 cm^2/s.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

S-49 3,20-3,71 m:
PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN

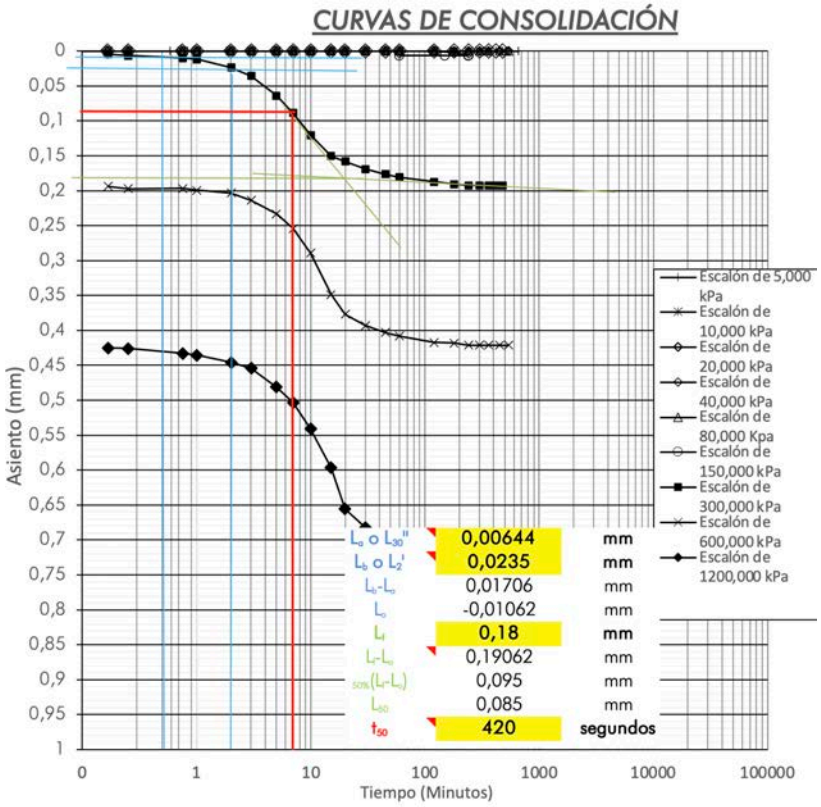


COEFICIENTES DE COMPRESIÓN Cc e HINCHAMIENTO Cs



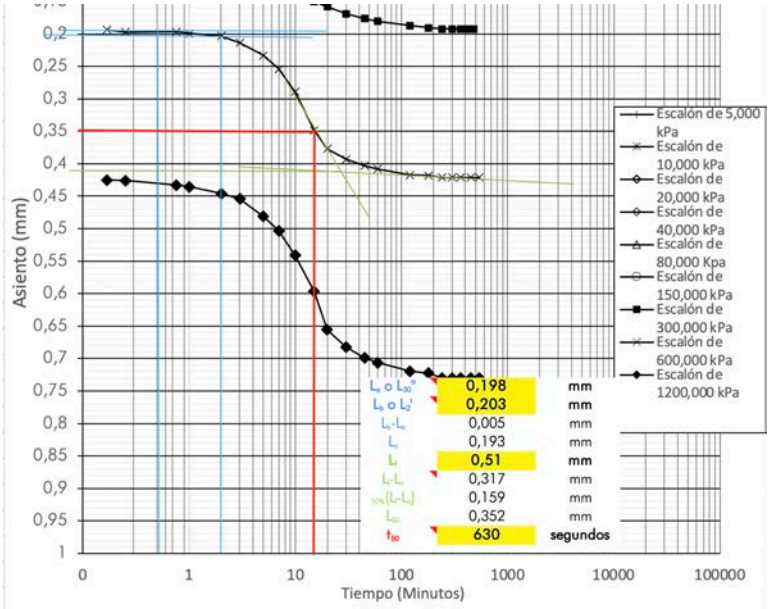
Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Escalón de 300 kPa:



H_{lab} = 0,9952345 cm
Cv = 0,0004646 cm^2/s

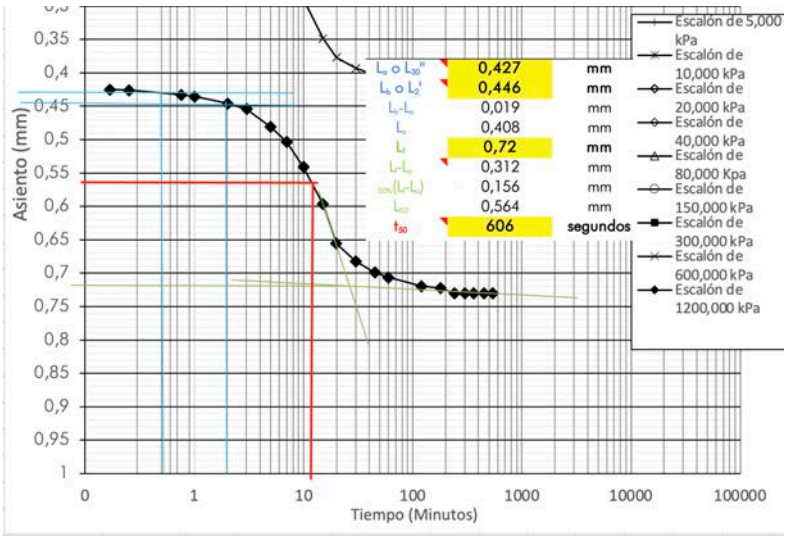
Escalón de 600 kPa:



H_{lab} = 0,992075 cm
Cv = 0,0003078 cm^2/s

Escalón de 1200 kPa:

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287



H_{lab} = 0,9922 cm
Cv = 0,0003200 cm^2/s

Valor medio de Cv = 0,0003641 cm^2/s.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

¡.Fotografías de los trabajos realizados.

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas;
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.

















Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de la Vivienda (RD 410/2010) con el nº AND-L-031 en las áreas técnicas;
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, OL-A, OL-B, OL-C, OL-D.
Sistema de gestión de la Calidad conforme con la Norma ISO 9001:2015 certificado por AENOR con el nº ER-0396/2004.
Sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con la Norma ISO 45001:2018 certificado por AENOR con el nº STT-0017/2010.







Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Autovía Sevilla-Málaga km 52,300. Tel.: +34 955 95 10 28 / +34 954 64 42 96. Fax: +34 954 65 99 57
Apartado postal nº20. 41620 Marchena (Sevilla). **codexsa**@codexsa.com

k.INFORME ESTUDIO GEOFÍSICO

Registro Mercantil de Sevilla, Tomo 1601, Folio 75, Hoja SE-9573, 1ª Inscripción. C.I.F.: B-41559287

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA SÍSMICA, DOWN-HOLE Y VIBRACIONES, PARA EL ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO (ATI-100), DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES (VALENCIA)

Codexsa

Madrid, 26 de mayo de 2022

	Preparado	Revisado	Aprobado
Firma			
Nombre	Mª del Mar Sáez	C. M. Calvo	R. Mínguez
Fecha	26/05/2022	26/05/2022	26/05/2022

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

ÍNDICE

I. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS 3

II. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES 3

III. METODOLOGÍA 4

III.1. Tomografía Sísmica de Refracción 4

III.2. Down-Hole 7

III.3. Análisis Desviación de Sondeos 8

III.4. HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) 8

IV. TRABAJOS REALIZADOS 11

IV.1 Trabajos de campo 11

IV.2 Trabajos de gabinete 14

V. RESULTADOS 19

V.1. Tomografía Sísmica de Refracción 19

V.2. Análisis de Desviación de Sondeos 22

V.3. Down-Hole 24

V.4. Vibraciones 26

VI. CONCLUSIONES 28

ANEXO A: PLANO DE LOCALIZACIÓN

ANEXO B: MODELOS DE VELOCIDAD DE ONDAS P Y GRÁFICOS DE COBERTURA DE FRENTES DE ONDAS P

ANEXO C: ENSAYO DOWN-HOLE Y MÓDULOS ELÁSTICOS DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN

ANEXO D: FOTOGRAFÍAS

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

I. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

A petición de **CODEXSA**, **Geofísica Consultores** ha realizado este **"Estudio geofísico mediante Tomografía Sísmica, DOWN-HOLE y Vibraciones, para el Almacén Temporal Individualizado (ATI-100), de la Central Nuclear de Cofrentes (Valencia)"**.

El objetivo del presente estudio geofísico es complementar el estudio geotécnico del emplazamiento, destinado a albergar la segunda fase del Almacenamiento Temporal Individualizado, (ATI-100), de la Central Nuclear de Cofrentes, en Valencia.

Las diferentes técnicas geofísicas empleadas y el objetivo de las mismas se describen a continuación:

- Perfiles de Tomografía Sísmica de Refracción de ondas P: caracterizar los materiales de la zona de estudio y estimar la excavabilidad y grado de compacidad de los mismos.

- Ensayo de Down-Hole: determinar la velocidad de ondas P y la velocidad de ondas S, y obtener valor Vs30, así como estimar indirectamente la frecuencia natural del terreno en la zona de estudio. Con los valores de velocidad de ondas P y S, se estimarán los módulos elásticos dinámicos de deformación del terreno.

- Ensayo HVSR: determinar la frecuencia natural del terreno y variaciones de amplitud de señal, con el objetivo de caracterizar el sustrato presente en la zona de estudio.

El presente informe recoge los resultados de los trabajos de campo realizados los días 4 y 5 de mayo de 2022. En base a estos trabajos de campo y al análisis de los datos obtenidos se presenta este informe.

II. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

La zona objeto de estudio se localiza en la parte norte del recinto vallado de la Central Nuclear de Cofrentes, entre la primera fase del Almacén Temporal Individualizado (ATI-24) y las torres de refrigeración (ver Figura 1).

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

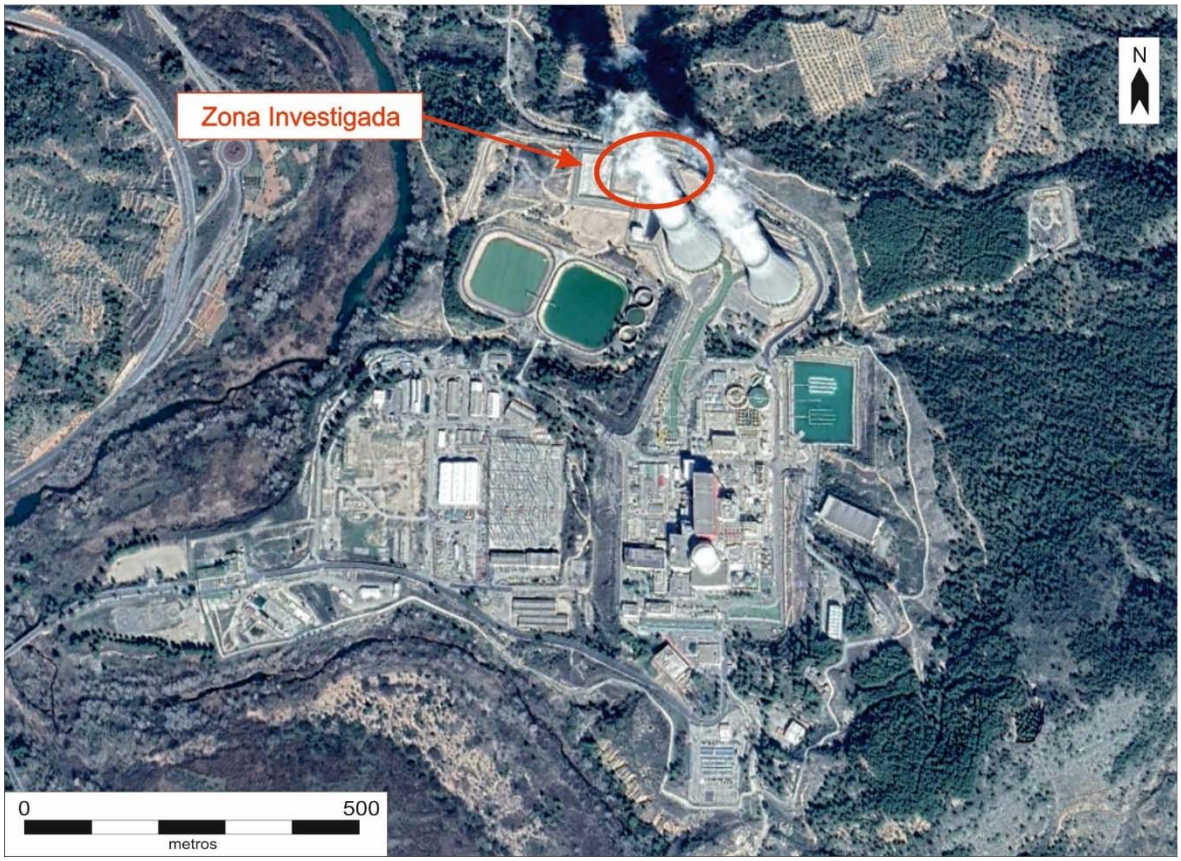


Figura 1. Ortofotografía de la zona de estudio. La elipse roja indica la situación de la zona en la que se ha realizado el estudio geofísico.

A partir de la información geotécnica proporcionada por **CODEXSA**, en los sondeos realizados en la zona de estudio (denominados desde el S-40 hasta el S-50) se observa una alternancia de capas formadas por conglomerados calcáreos, gravas, arenas con gravas, arenas con limos, limos arenosos, limos arcillosos y arcillas. Las profundidades de los sondeos varían entre 25 y 73 metros.

III. METODOLOGÍA

III.1. Tomografía Sísmica de Refracción

La Tomografía Sísmica de Refracción se considera como una evolución a la sísmica de refracción tradicional y se basa en generar una perturbación mecánica en el terreno (por lo general mediante una maza) y determinar el tiempo que las ondas P (generadas en el punto de impacto) tardan en recorrer el trayecto que separa la fuente y una serie de sensores (geófonos) situados a lo largo de una línea de adquisición (**Figura 2**). Conociendo la distancia recorrida por las ondas sísmicas y el tiempo empleado se puede determinar la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el subsuelo.

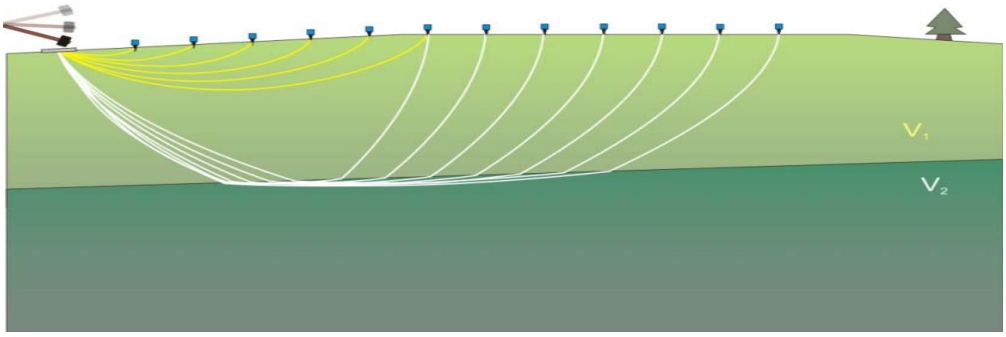


Figura 2. Implantación sísmica de geófonos típica de un ensayo de tomografía sísmica. Se golpea una placa metálica situada sobre el terreno con una maza, y la energía producida se propaga a través de las distintas unidades litológicas que componen el subsuelo.

La principal ventaja de este método reside en el mayor grado de detalle de los modelos obtenidos y en que la presencia de capas de baja velocidad, fuertes gradientes laterales o elevados buzamientos no son grandes limitaciones tal y como ocurre en la sísmica de refracción.

Uno de los aspectos más importantes de la tomografía sísmica es que se trata de un método basado en la inversión de "residuos". Se denomina "residuo" a la diferencia entre los tiempos de recorrido de las ondas P observados y los tiempos de recorrido teóricos. Por ello es muy importante emplear una herramienta de procesado que sea capaz de reproducir de manera precisa los tiempos de recorrido de las ondas P en un medio complejo. Una de las formas más precisas que existen es resolver la ecuación Eikonal mediante un proceso de diferencias finitas. Esta ecuación describe el tiempo de propagación de un frente de ondas en un medio isótropo mediante la expresión:

$$(\nabla \tau)^2 = p^2(x, y, z)$$

Dónde:

$\tau(x,y,z)$ es el tiempo de recorrido desde la fuente hasta el punto de coordenadas (x,y,z),

p es la lentitud (inversa del vector velocidad) en el punto (x,y,z),

De esta forma es posible reproducir de manera muy precisa el trayecto recorrido por la onda P desde la fuente hasta el receptor. El proceso de inversión que dará lugar al modelo final es un proceso iterativo, en el que el modelo inicial se va actualizando en cada iteración hasta dar lugar al modelo final.

En Tomografía Sísmica el modelo inicial de velocidades se obtiene definiendo un modelo 1D en el que la velocidad depende únicamente de la profundidad (v(z)). Este modelo se determina automáticamente a partir de los tiempos de recorrido de las ondas P observados empleando el método Delta-t-v. Este método consiste en obtener una curva v(z) bajo cada sensor (geófono). Una vez calculadas las curvas v(z) bajo cada estación se calcula el valor promedio y se genera un modelo 2D a partir de este valor promedio, que se extiende lateralmente en toda la longitud del

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

modelo. Este método maximiza las probabilidades de que el proceso iterativo parta desde un punto lo suficientemente próximo a la solución correcta.

Una vez definido el modelo inicial se resuelve la ecuación Eikonal anteriormente descrita y se obtienen los residuos de la primera iteración. El modelo inicial se actualiza y se crea un segundo modelo de velocidades a través del que se vuelven a calcular los tiempos teóricos de recorrido y se obtienen nuevos residuos. El proceso continuo hasta que la suma de los residuos (la *Penalty function*, Ψ) alcanza el mínimo.

Otra ventaja de la Tomografía Sísmica es que permite determinar, tanto de manera cuantitativa (valor del mínimo de los residuos) como de manera cualitativa (a través de la distribución espacial de los frentes de onda dentro del modelo, **Figura 3**), el grado de certeza de las soluciones alcanzadas, lo cual es muy útil a la hora de realizar la interpretación del modelo.

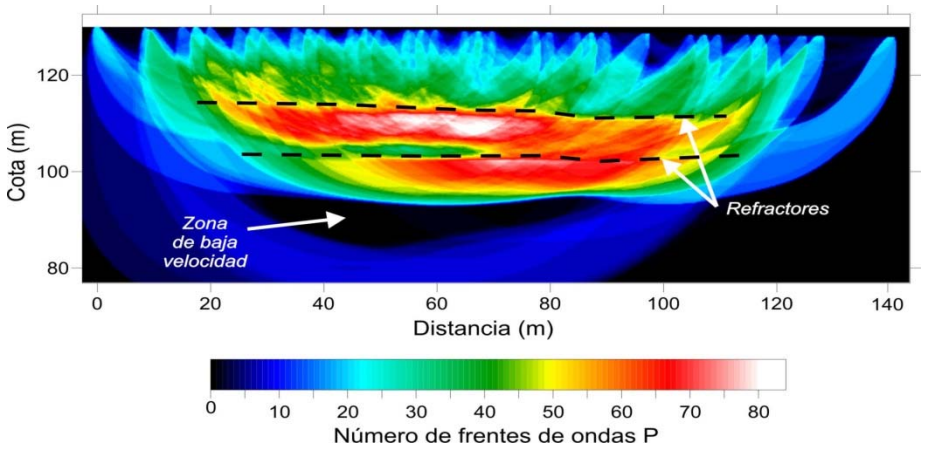


Figura 3. Identificación de refractores y zonas de baja velocidad a partir de la imagen de cobertura de frentes de ondas P del modelo de tomografía sísmica. Los tonos cálidos indican las áreas con más densidad de muestreo en el modelo (zonas con mayor resolución) mientras que los tonos fríos indican las zonas de menor resolución. Estos diagramas se emplean como indicador cualitativo a la hora de interpretar los modelos de velocidad obtenidos mediante tomografía sísmica.

Es importante destacar que, gracias a los gráficos de cobertura de las trayectorias de ondas P (**Figura 3**), además de definir con precisión las zonas cubiertas por los frentes de ondas sísmicas (de alta fiabilidad) permiten identificar “refractores” y zonas de “sombra” (áreas, dentro de la zona de cobertura, por donde las ondas sísmicas P tienden a no viajar). Estos datos proporcionan información adicional para la interpretación de los modelos de velocidad; como por ejemplo la existencia de zonas de baja velocidad sísmica relativa asociadas a las zonas de sombra, o ausencia de refractores, lo que indica variaciones graduales de la velocidad, etc.

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

III.2. Down-Hole

Los ensayos de Down-Hole permiten estimar, los módulos dinámicos de deformación del terreno, basados en la determinación de la velocidad de propagación de las ondas de compresión (ondas P) y de cizalla (ondas S) en el terreno.

Para generar las distintas ondas sísmicas (P y S) se utilizó una maza de 5 kg, y la señal sísmica generada se registra mediante un geófono de pozo de tres componentes provisto de una brújula para orientar los sensores dentro del pozo. En el caso de las **ondas P**, se golpea sobre una viga metálica hincada y cementada en el terreno a una distancia de entre 1,0 y 3,0 metros desde el centro del sondeo (en el sentido indicado por la flecha azul, **Figura 4)**. Para generar las ondas de cizalla (**ondas S**) se golpea horizontalmente en esta misma viga metálica. Para una mejor detección de las ondas S, se repiten las medidas golpeando la viga metálica en sentidos opuestos (como indican las flechas roja y marrón, **Figura 4**). En todos los casos (ondas P y ondas S) se repiten varias veces las medidas para cada nivel y se suman las trazas obtenidas (*stacking*). De este modo se mejora la calidad de los registros aumentando la relación señal-ruido.

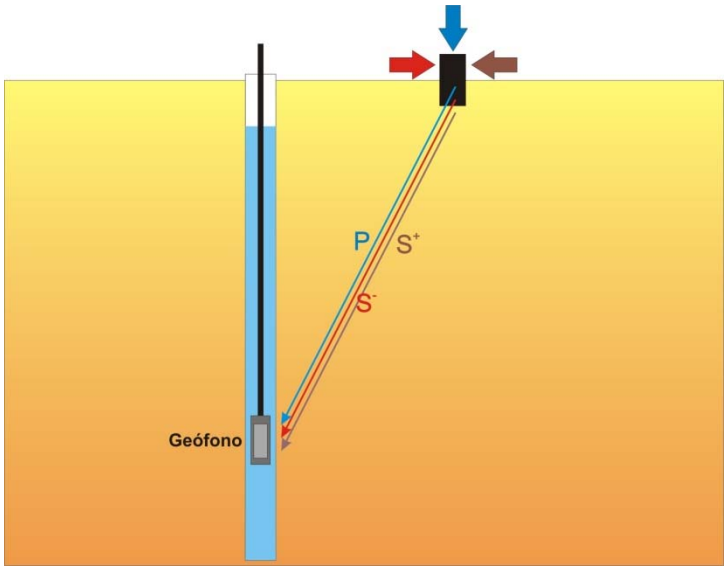


Figura 4. *Diagrama esquemático de la realización de los Down-Hole en el que se muestran los diferentes tipos de ondas sísmicas analizadas y la forma de generarlas.*

Los tiempos de llegada corregidos son representados en función de la profundidad. A continuación, se ajusta la curva obtenida a una serie de rectas (mediante mínimos cuadrados) cuyo número depende del número de capas con las que se desea modelizar el subsuelo. La velocidad de cada capa se obtiene invirtiendo la pendiente de cada una de las rectas y a su vez calcular los módulos elásticos dinámicos de deformación del terreno.

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

III.3. Análisis Desviación de Sondeos

Para la realización de ensayos sísmicos en pozo, es necesario determinar con un elevado grado de precisión, tanto el tiempo de recorrido empleado por las ondas sísmicas, como la distancia existente entre el emisor (fuente de golpeo) y el receptor (geófono de pozo).

Tradicionalmente, se suponía que la distancia horizontal entre emisor y receptor se mantenía constante, suponiendo que el sondeo en el que se introduce el receptor era totalmente vertical. Se ha demostrado que este hecho no es cierto, y que las desviaciones que puede sufrir un sondeo pueden llegar a suponer la mayor fuente de error en los ensayos de prospección geofísica en pozo (**con errores superiores al 40% en los resultados finales**). Para evitar este tipo de errores se recomienda el uso de sondas de verticalidad en sondeos que superen los 15 metros de profundidad, determinando la dirección real del sondeo, es decir, el acimut, la inclinación y la desviación respecto a la trayectoria original.

El conocimiento de la trayectoria real del sondeo y su desviación son de gran utilidad en aspectos como el cálculo de las profundidades reales alcanzadas por el sondeo, necesarias para la correcta interpretación de los registros efectuados en el mismo, así como la regeneración, en su caso, de la verticalidad del sondeo, y poder así establecer las geometrías. De este modo se pueden realizar correcciones precisas de los tiempos de llegadas de ondas P o S, fundamentales en el procesado e interpretación de los modelos sísmicos

En el presente estudio se ha empleado una sonda equipada con dos sensores específicos de alta resolución (hasta valores de 0,1 grados) que permiten obtener datos muy precisos de la dirección (magnetómetro triaxial) y de la inclinación (sensor de inclinación de dos ejes).

III.4. HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

A partir del registro de la señal sísmica del terreno, podemos determinar la frecuencia natural del sitio (f_0). Uno de los métodos de análisis más empleados es la estimación del cociente espectral de las componentes sísmicas horizontal y vertical (**HVSR**), mediante un sensor triaxial de registro simultáneo a lo largo del tiempo.

El método HVSR utiliza la relación espectral de las componentes símicas horizontales (H_v y H_h) y la vertical (V) respectivamente, para estimar la frecuencia de resonancia de la onda de corte principal (f_0) de la cubierta sedimentaria sobre un lecho rocoso.

$$HVSR(f_0) = \frac{\sqrt{Hv(f) * Hh(f)}}{V(f)} \qquad (2)$$

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Para la adquisición de datos se hace un registro sísmico continuo en el lugar en que se desea calcular la frecuencia natural del sitio. Los registros deben tener la duración suficiente para poder eliminar picos y señales causadas por el tráfico, personas o maquinaria en la zona (**Figura 5**). Una vez obtenido el registro con una estación de tres componentes, los pasos seguidos para el cálculo del cociente espectral son los siguientes:

- Elegir un número de ventanas de tiempo en número y longitud suficientes, eliminando picos y ruidos antrópicos (**Figura 5**).
- Calcular y suavizar el espectrograma de cada canal para cada ventana.
- Promediar los espectrogramas correspondientes a los canales horizontales.
- Calcular el cociente H/V para cada ventana y el cociente promedio (**Figura 6**).

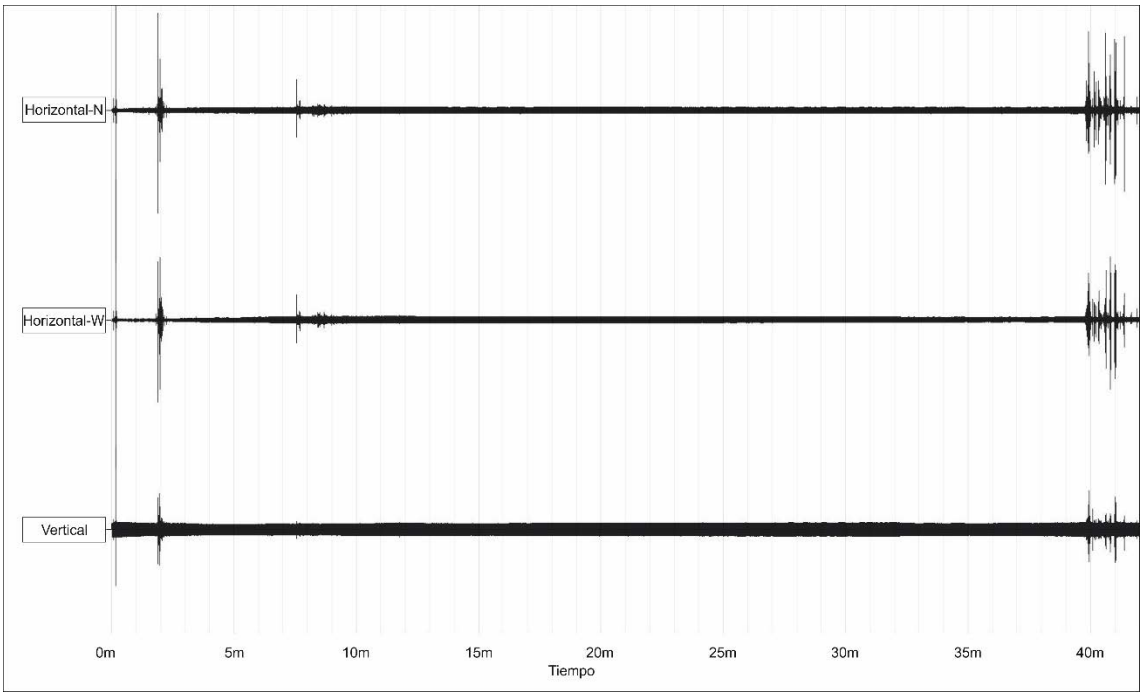


Figura 5. *Los registros sísmicos, representados con color negro corresponden a registros de Vibraciones ambientales en tres canales (Horizontales: arriba y dentro; Vertical: arriba). A partir de este registro se selección las ventanas adecuadas de tiempo para el análisis del cociente H/V, en el que se eliminan las secciones de tiempo que puedan corresponder a ruidos (eventos de mayor amplitud).*

El resultado del análisis espectral es un pico de mayor amplitud a una frecuencia determinada, que representa la frecuencia característica del sitio (f_0).

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

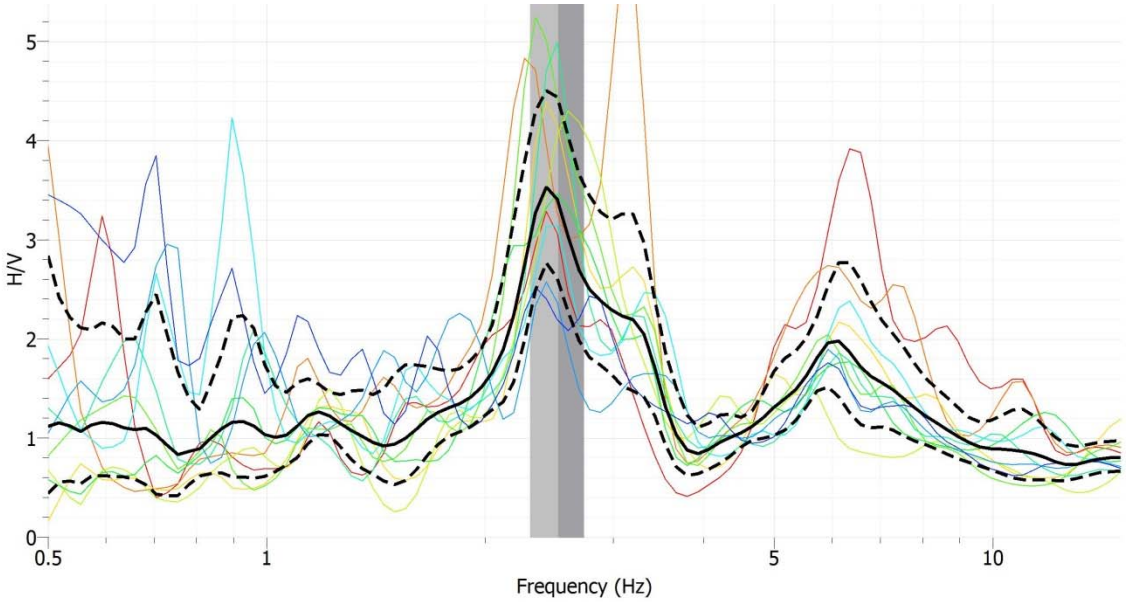


Figura 6. *Gráfica resultante de un análisis espectral de las componentes sísmicas horizontal y vertical registradas.*

Un sustrato rocoso presentará frecuencias características altas y poca amplificación del espectro de señal; mientras que un sustrato sedimentario tendrá frecuencias características bajas y con mayor amplificación.

Las variaciones de amplitud de los registros obtenidos depende del contraste entre los materiales de la zona de estudio (propiedades físicas y geometría), de forma que, si en dos ensayos realizados sobre la misma secuencia de materiales, un punto de ensayo presenta una mayor potencia de sustrato sedimentario sobre el lecho rocoso, los dos ensayos presentarán la misma frecuencia característica (f_0) (materiales de la misma naturaleza), pero este punto de ensayo mostrará mayor amplificación de señal, ya que el contraste entre materiales es mayor.

En terrenos donde la columna de materiales tiene propiedades físicas muy similares, se obtiene un único pico característico, que describe la frecuencia característica de este terreno. Si la columna de materiales presenta una alternancia de materiales con variaciones en sus propiedades físicas, se obtendrá un gráfico de frecuencias con varios picos originados por la alternancia de materiales.

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

IV. TRABAJOS REALIZADOS

IV.1 Trabajos de campo

Los trabajos de campo han consistido en la realización de una serie de prospecciones geofísicas requeridas por el cliente (ver **Plano A-1**, del **Anexo A**):

IV.1.1 Tomografía sísmica de Refracción

Para alcanzar los objetivos propuestos en el presente estudio, se han ejecutado tres perfiles de Tomografía Sísmica de Refracción, denominados desde **TMS-1** a **TMS-3**, emplazados según las indicaciones de **CODEXSA**. Las posiciones de los perfiles se muestran en el **Plano A-1** del **Anexo A**.

En este estudio, se han investigado un total de 347,5 metros lineales de Tomografía Sísmica de Refracción repartidos en tres perfiles, cuyas longitudes son de 105,0 metros para **TMS-1**, de 117,5 metros para **TMS-2** y de 125,0 metros para **TMS-3**. En cada implantación se han empleado entre 21 y 24 geófonos de componente vertical y 10 Hz de frecuencia natural, espaciados 5,0 metros y se han realizado entre 8 y 11 disparos (puntos de golpeo).

Para la realización de los perfiles de Tomografía Sísmica se empleó un sismógrafo multicanal de 24 canales. Este sismógrafo está provisto de sistema de filtrado, reforzamiento de señal y grabación en soporte digital. Los geófonos empleados son sensores de componente vertical de 10 Hz, y la fuente de energía utilizada para la generación de la onda de compresión fue una maza de 5 kilogramos golpeando sobre una placa metálica de 20 cm de diámetro.

Para la adquisición de los datos sísmicos se ha tomado una ventana de registro de 256 milisegundos de duración con una razón de muestreo de 1/8 milisegundos, obteniendo un total de 2.048 muestras por traza, empleando un sismógrafo provisto de sistema de filtrado, reforzamiento de señal y grabación en soporte digital.

En la **Tabla 1** se muestran las características de cada implantación de Tomografía Sísmica, su nombre, la distancia alcanzada sobre la superficie, el número total de geófonos y su separación y el número de disparos realizados:

Tabla 1. *Características de las implantaciones de tomografía sísmica*

Nombre del perfil	Longitud del perfil en superficie (m)	Número de geófonos empleados	Separación entre geófonos (m)	Número de disparos realizadas
TMS-1	105,0	21	5,0	8
TMS-2	117,5	24	5,0	9
TMS-3	125,0	24	5,0	11

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

IV.1.2 Down-Hole

En esta campaña se ha realizado un ensayo tipo Down-Hole, investigando hasta una profundidad de 72,0 metros, realizando lecturas de tiempos de llegada de ondas P y S cada 1,0 metros.

Para la realización del sondeo, **Geofísica Consultores** ha proporcionado al personal técnico de **CODEXSA** las especificaciones necesarias para la adecuación de los sondeos para ensayos sísmicos de Down-Hole, según dicta la norma ASTM D 7400 – 08.

La profundidad de estudio alcanzada en el sondeo ha sido de 72,0 metros y la fuente de emisión fue situada a una distancia de 1,00 metros del emboquille del sondeo.

El equipo utilizado para la adquisición de datos ha sido un equipo multicanal, provisto de un sistema de filtrado, reforzamiento de señal y grabación en soporte digital, conectado a un geófono de pozo orientable de tres componentes (**Figura 7**).

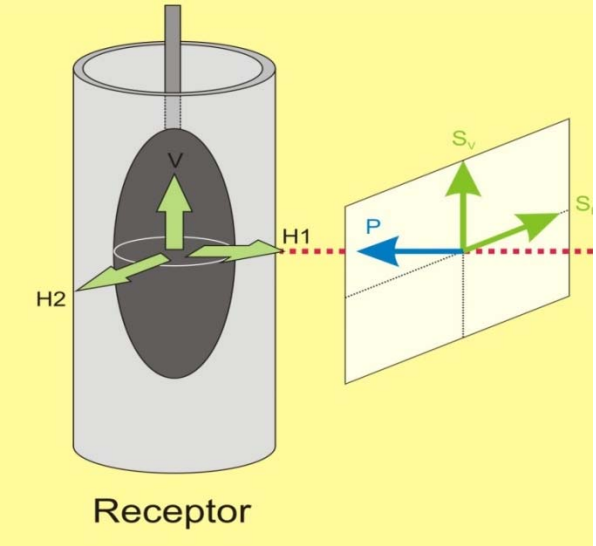


Figura 7. *Diagrama esquemático que representa las componentes ortogonales registradas en un geófono de pozo triaxial orientable como el empleado en este estudio. En la figura, la componente H1 corresponde a la dirección de propagación y es en la que se identifica la onda P, mientras que las ondas S se identifican en las componentes H2 (S_H) y V (S_V).*

El geófono de pozo utilizado para la realización de los ensayos tipo Down-Hole, es un geófono triaxial orientable por medio de una brújula digital. Mediante este tipo de sensor se realiza la adquisición de datos polarizados, a 180º, facilitando durante el trabajo de gabinete la identificación de las ondas S (en realidad su componente horizontal S_H) en las componentes H_2 y H_1 que corresponde al eje situado perpendicularmente a la dirección de propagación del frente de ondas, perpendicular a la dirección de propagación en el plano horizontal (**Figura 8**).

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Para cada una de las medidas obtenidas a diferentes profundidades, se han adquirido tres (3) registros sísmicos, mediante diferentes golpeos que generan distintas direcciones preferentes de viaje de las ondas sísmicas (**Figura 8**):

- Registros ricos en ondas P: Se realizan golpeos en la dirección preferente en la que son registradas las ondas P (onda directa).

- Registros ricos en ondas S (Derecho): Se realizan golpes, sobre una viga de acero hincada y solidaria con el terreno, en la dirección perpendicular a la dirección en la que se encuentra el sondeo y por tanto el geófono de registro. Este golpe se realiza en un solo sentido (derecha).

- Registros ricos en ondas S (Izquierdo): Se realizan golpes, sobre una viga de acero hincada y solidaria con el terreno, en la dirección perpendicular a la dirección en la que se encuentra el sondeo y por tanto el geófono de registro. Este golpe se realiza en el sentido contrario al registro anterior (izquierdo).

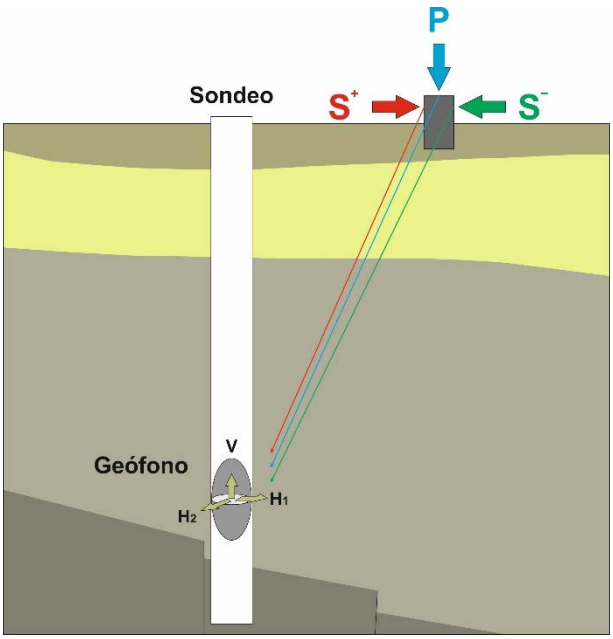


Figura 8. *Esquema de la ejecución de un ensayo de Down-Hole mediante un geófono triaxial orientable y la generación de ondas sísmicas polarizadas en las direcciones preferentes de viaje de las ondas P y S.*

En cada punto de golpeo se ejecuta un sumatorio de señales (*"stack"*), entre 3 y 5 disparos, aumentando así la relación señal /ruido. Para la adquisición de los datos sísmicos de Down-Hole se ha tomado una ventana de registro de 256 milisegundos de duración con una razón de muestreo de 1/8 milisegundos, obteniendo un total de 2.048 muestras por traza.

El presente estudio cumple con la norma ASTM D 7400 – 08, y sus recomendaciones, para la realización de ensayos tipo Down-Hole, como se ha descrito en este apartado.

IV.1.3 Análisis desviación de Sondeos

Previamente a la ejecución del ensayo tipo Down-Hole, se han realizado ensayos de verticalidad/desviación de los sondeos, con toma de medidas cada 1,0 metros, a fin de determinar la distancia horizontal real entre el emisor y el receptor a diferentes profundidades.

Pequeñas variaciones de la geometría en el sondeo habilitado para el ensayo (tanto el cabeceo como la dirección) pueden dar lugar a cambios significativos en las distancias de recorrido de las ondas y por tanto en los tiempos de tránsito, y en los módulos calculados a partir de los mismos. En caso contrario, habría que asumir como premisa de partida que los valores obtenidos pueden llegar a acumular errores significativamente altos, de hasta el 50%, dependiendo de la desviación real de los sondeos.

IV.1.4 Vibraciones

En este estudio se ha realizado un ensayo, denominados **VIB-1**, para la determinación de la frecuencia fundamental de vibración del terreno. La ubicación del sensor triaxial dispuesto a tal fin ha sido junto al emboquille del sondeo **S-44** respectivamente.

Para el ensayo, el registro de ruido de fondo se ha realizado a lo largo de una ventana de tiempo correspondiente a una hora completa de duración, con una razón de muestreo de 1/125 segundos, obteniéndose un total de 450.000 muestras por canal y ensayo.

El equipo utilizado en la adquisición de datos ha sido un sismógrafo específico para monitorización sísmica y de vibraciones (máximo 12 canales). El sismógrafo registra las vibraciones adquiridas por el geófono triaxial (geófonos de tres componentes ortogonales) de alta sensibilidad, de 4,5 Hz, capaces de registrar en un rango de frecuencias comprendido entre 0,1 Hz y 1.000 Hz.

El almacenamiento de datos se realizó en el propio equipo, provisto de sistemas de filtrado y grabación en soporte digital autónomo.

IV.2 Trabajos de gabinete

Los trabajos de gabinete han consistido, en el procesado de los datos geofísicos obtenidos en campo, en su interpretación en función de la información geológica existente y las observaciones realizadas “in-situ”, en la representación gráfica de los diferentes modelos obtenidos, en la elaboración de planos de posicionamiento y en la redacción de este informe.

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

IV.2.1 Tomografía sísmica de Refracción

Los datos adquiridos en campo mediante las implantaciones sísmicas, fueron registrados en soporte digital para su procesado posterior con el objetivo de obtener modelos de velocidad sísmica del terreno. Este procesado se ha realizado utilizando diferentes programas de interpretación comerciales y de desarrollo propio, que en resumen ha consistido en:

- Edición de la geometría de los perfiles (disparos y geófonos) y de la topografía.
- Tratamiento de los sismogramas mediante filtros pasobanda.
- Identificación de las llegadas de las ondas P a cada geófono.
- Generación de modelos iniciales de velocidad sísmica.
- Inversión tomográfica de los datos de velocidad (proceso iterativo) y análisis de las trayectorias de ondas P.
- Edición gráfica de los modelos de velocidad y de cobertura de frentes de ondas P.

IV.2.2 Down-Hole

Para el tratamiento de datos y cálculo de resultados de los ensayos tipo Down-Hole realizados se ha seguido las recomendaciones de la norma ASTM D 7400 – 08; siguiendo las siguientes etapas:

1. Identificación de los tiempos de llegada de las ondas P y S. Para el reconocimiento de ambos tiempos de llegada (P y S) se ha construido un ensamblaje de trazas (alineación ordenada de trazas según la profundidad), con las diferentes componentes del geófono triaxial, los registros polarizados y diferentes direcciones de golpeo para la correcta determinación de los tiempos de llegada de ondas P y S.

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

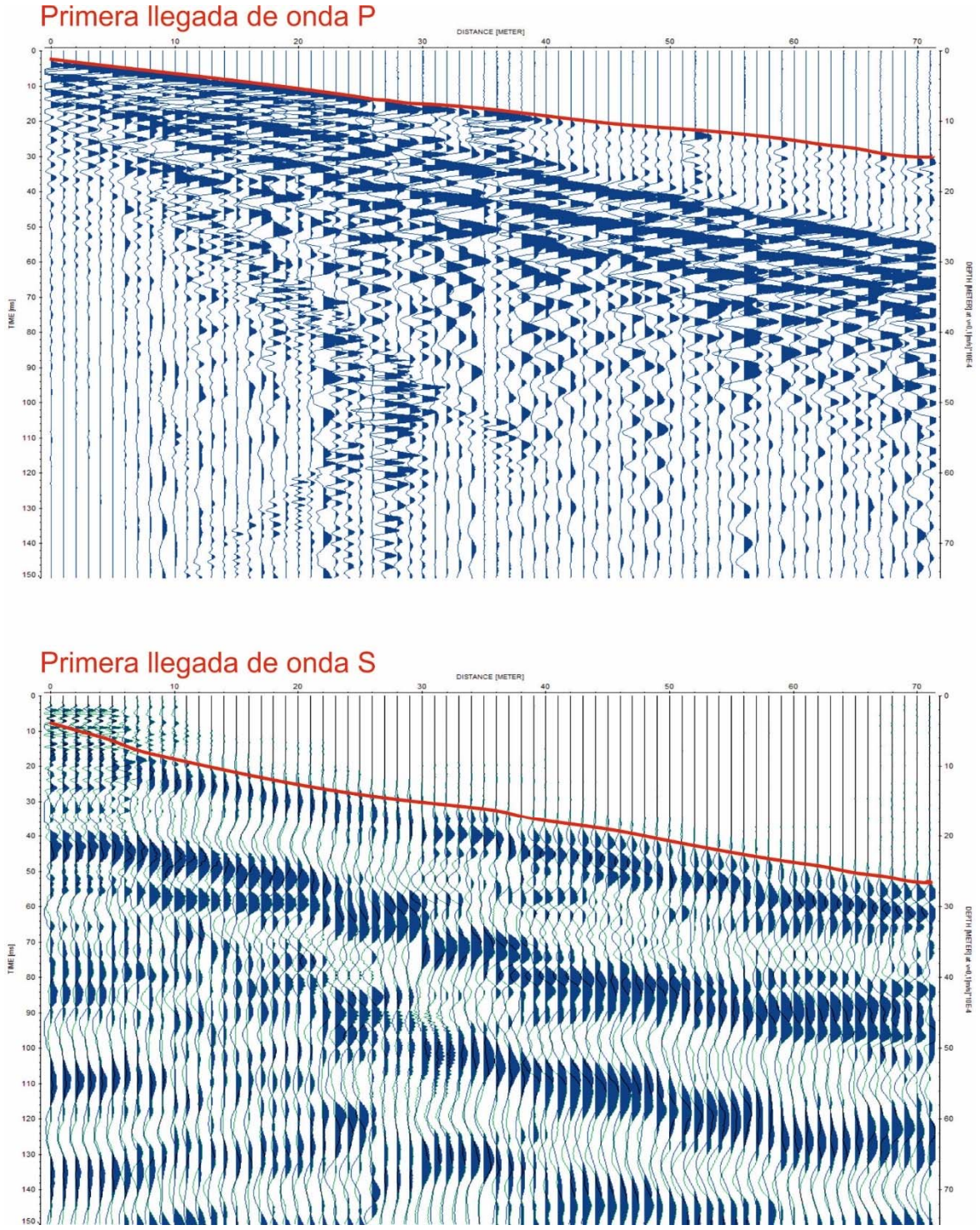


***Figura 9. Arriba**: Ensamblajes en profundidad de las señales sísmicas obtenidas en el canal "V", registrado con un golpe rico en ondas P. **Abajo**: Sumatorio de los ensamblajes del canal "H2", en los dos sentidos de los golpes ricos en ondas S y adquiridos en sentidos opuestos (a 180º).*

2. Corrección de los tiempos de llegada observados, teniendo en cuenta las medidas de **Desviación del Sondeo**. Los tiempos de llegada observados corresponden a ondas cuyo origen se sitúa a una distancia ***d*** de la boca del sondeo. Para calcular el tiempo de llegada

de las ondas sísmicas que se obtendría situando la fuente sobre el sondeo, se utiliza la siguiente expresión:

$$T_C^{P,S} = T^{P,S}.\cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{d}{z}\right)\right) \text{ donde,} \qquad (1)$$

$T_C^{P,S}$ es el tiempo de llegada corregido en ms,
$T^{P,S}$ es el tiempo de llegada observado en ms,
d es la distancia desde la fuente al sondeo en metros,
z es la profundidad en metros

3. Identificación de las capas existentes y cálculo de la velocidad mediante el **Método de Intervalos**. Este método es altamente sensible a la alternancia de capas con diferente rigidez en profundidad. Consiste en el cálculo de la velocidad a partir de la posición de dos receptores situados a diferentes profundidades y de los diferentes tiempos de llegada obtenidos mediante la siguiente ecuación.

$$V_{p,s}=(L_2-L_1) / (T_2-T_1) \qquad (2)$$

Donde:
$V_{p,s}$ es la velocidad calculada de ondas P o S.
L_2 y L_1 son las diferentes profundidades a las que se adquiere el registro de señal.
T_2 y T_1 son los tiempos de llegada de ondas P o S a las diferentes profundidades.

4. Obtención de los parámetros elásticos. Con las velocidades anteriormente calculadas, y asumiendo unos valores de densidad para cada capa, se obtienen los parámetros elásticos por medio de las siguientes relaciones:

Coeficiente de Poisson: $$\sigma = \frac{V_P^2 - 2V_S^2}{2(V_P^2 - V_S^2)} \qquad (3)$$

Módulo de Rigidez: $$G = \rho.V_S^2 \qquad (4)$$

Módulo de Young: $$E = 2G(1+\sigma) \qquad (5)$$

Módulo de incompresibilidad volumétrica o de Bulk: $$K = \frac{1}{3}\left(\frac{E}{1-2\sigma}\right) \qquad (6)$$

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Donde:

ρ es la densidad del material de subsuelo en kg/m^3

V_P es la velocidad de ondas P en m/s.

V_S es la velocidad de las ondas S en m/s.

Las densidades empleadas en este estudio han sido proporcionadas por **CODEXSA** a través de ensayos de laboratorio realizados.

A partir de los datos de velocidad de ondas S obtenidos para cada una de las capas del terreno diferenciadas se ha calculado la frecuencia natural de vibración el terreno ($\mathbf{f_h}$) a partir de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{f_h = Vs_0/4*h_0}$$ (*Kramer, 1996*)

donde:

$\mathbf{f_h}$, es la frecuencia natural del terreno calculada,

$\mathbf{Vs_0}$, es la velocidad de ondas S para una determinada capa y

$\mathbf{h_0}$, es el espesor de la capa calculada

IV.2.3 Vibraciones

A partir de los registros sísmicos de vibraciones del terreno se han procesado los datos mediante el uso de software comercial, obteniéndose el periodo natural del terreno en el que se lleva a cabo cada una de las mediciones mediante el método espectral de HVSR, el cual se basa en la realización de los espectros de Fourier de las componentes horizontales y verticales (H/V) del registro sísmico adquirido en superficie.

Para el procesado de la señal adquirida se han realizado los siguientes pasos:

- Edición de la geometría de cada uno de los canales adquiridos (H/V)
- Selección de las ventanas temporales a analizar mediante los siguientes criterios:
    - Longitud de la ventana para el periodo corto, sta. (en este caso fue de 1s)
    - Longitud de la ventana para el periodo largo, lta. (en este caso fue de 25s)
    - Elección del valor mínimo y máximo de la relación sta/lta. (en este caso fueron 0,5 y 2,0s)
- Para este caso en particular, se han seleccionado las ventanas temporales de 20s en las que se cumpliesen los parámetros anteriormente citados.
- Se ha aplicado un filtrado (tapering) tipo coseno a 5% y un suavizado (smoothing) con un filtro Konno y Ohmachi para un ancho de banda de 40 Hz.

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

El tipo de vibraciones analizadas son generadas principalmente por fuentes artificiales producto de la actividad humana. La característica principal de estas vibraciones es que presentan periodos comprendidos entre 0,1s (10Hz) y 1,0s (0,1Hz) y están principalmente compuestas por ondas Rayleigh y ondas S. El modo de transmisión y su velocidad son indicativos de las características elásticas del terreno, de forma que periodos inferiores a 0,2s es característico de un sustrato rocoso, mientras que periodos superiores a 0,2s se depósitos sedimentarios blandos o con grandes espesores.

V. RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada una de las técnicas geofísicas realizadas. Las cotas representadas en los modelos obtenidos se han extraído a partir de la cartografía facilitada por **CODEXSA.**

V.1. Tomografía Sísmica de Refracción

Para cada uno de los perfiles sísmicos de refracción de ondas P ejecutados en campo se ha obtenido un modelo de velocidad sísmica de ondas P y un gráfico de cobertura de frentes de ondas P (**Anexo B**).

En los modelos de velocidad sísmica obtenidos se muestran la variación de la velocidad de propagación de las ondas P mediante un degradado de color. En estos modelos se han obtenido velocidades de propagación de ondas P que varían entre **500** y **5.000 m/s**, y se han representado isolíneas de velocidad a intervalos de 500 m/s. Además, también se han obtenido gráficos de cobertura de frente de ondas P, en los que se ha identificado la presencia de refractores, marcados mediante una línea discontinua de color negro, (definición de *refractor* en el *apartado* **III. Metodología***, página 5*), que marcan límites de materiales de diferente compacidad.

Para definir los límites de ripabilidad de los materiales del subsuelo se ha utilizado una tabla de correlación empírica que relaciona las velocidades de transmisión de ondas P, obtenidas en los modelos, con diferentes rangos de excavabilidad según los tipos de litologías existentes (**Figura 10**). Los rangos definidos están relacionados con la potencia de una máquina ripadora determinada; en este caso se ha escogido la **D10R de Caterpillar**. En esta tabla los materiales se clasifican, según su excavabilidad, en:

- Excavable: Puede ser retirado mediante la pala de la excavadora.
- Ripable: Puede ser retirado mediante el ripado con excavadora.
- Marginal: En función de su fracturación, estructura y buzamiento puede llegar a ser ripado.
- No ripable: No puede ser retirado ni con pala ni ripando (volable)

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

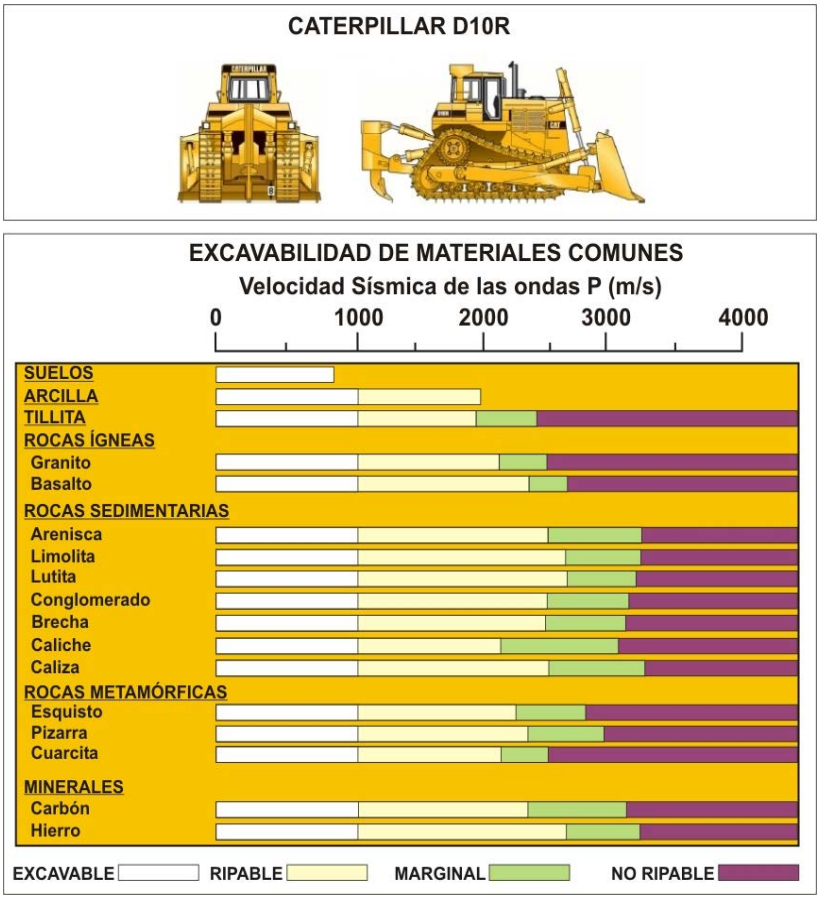


***Figura 10**. Tabla de ripabilidad basada en la máquina D-10R de Caterpillar (Geotechnical Engineering Techniques and Practices, Hunt, Roy E., McGraw-Hill Book Company, 1986).*

Según esta tabla de ripabilidades y teniendo en cuenta las litologías predominantes en la zona de estudio, se han definido como límites de ripabilidad los de las Rocas sedimentarias: conglomerados, tomando así un criterio conservador a la hora de asignar dichos límites. Los resultados que de ello se derivan deben entenderse como un escenario esencialmente desfavorable, ya que no tienen en cuenta la anisotropía de la alteración de la roca ni su buzamiento:

Materiales Excavables.- (Velocidades inferiores a 1.000 m/s). Se relaciona con niveles excavables, que se corresponderían con cobertera vegetal, materiales erosionados, etc.

Materiales Ripables.- (Velocidades de entre 1.000 y 2.500 m/s). Se relaciona con niveles ripables, que se corresponderían con roca alterada y/o fracturada.

Materiales Marginales.- (Velocidades de entre 2.500 y 3.200 m/s). Se relaciona con niveles marginales que se corresponderían con roca con un menor grado de alteración y fracturación que los materiales ripables.

Materiales no Ripables o Volables.- (Velocidades superiores a 3.200 m/s). Se relacionan con niveles no ripables que se corresponderían con roca más compacta y sana, con bajo grado de alteración y fracturación.

Tras el análisis de los modelos de velocidad de ondas P (**Anexo B**) y según la clasificación de ripabilidades descrita anteriormente, a continuación, se muestra a modo de tabla (**Tabla 2**) el resumen de los espesores y profundidades aproximadas para las diferentes capas identificadas en función de la velocidad de transmisión de ondas P obtenidas para cada uno de los perfiles.

Tabla 2. Límites de ripabilidad.

(1) Espesor de la capa (m)

(2) Profundidad del techo de la capa (m)

Perfil Sísmico		Excavable Vp<1.000m/s	Ripable Vp=1.000-2.500m/s	Marginal Vp=2.500-3.200m/s	Volable Vp>3.200m/s
TMS-1	*(1)*	0,0 a 2,0	2,5 a 6,5	2,5 a 8,0	-
	(2)		0,0 a 2,0	3,0 a 14,0	5,5 a 12,5
TMS-2	*(1)*	0,0 a 3,0	1,0 a 7,0	3,5 a 8,0	-
	(2)		0,0 a 3,0	1,0 a 10,5	6,0 a 14,5
TMS-3	*(1)*	0,0 a 3,0	5,0 a 18,0	11,0 a 12,0	-
	(2)		0,0 a 3,0	7,5 a 21,0	26,0 a 27,0

En el modelo de velocidad de ondas P del **TMS-1**, obtenido se observa de forma genérica, una distribución muy homogénea de los valores de velocidad de Vp. Destacamos que desde la isolínea de 3.000 m/s hasta la máxima profundidad de investigación, las isolíneas de velocidad aparecen separadas, indicando variaciones en el grado de compacidad de los materiales. En el gráfico de cobertura de frentes de ondas P se observa la presencia de un refractor, coincidente con la isolínea de 2.500-3.000 m/s y marca un cambio de compacidad del medio.

Para el modelo de velocidad de ondas P del **TMS-2**, se observa hasta la isolínea de 3.000 m/s, una distribución muy homogénea de los valores de velocidad de Vp. A partir de esta isolínea y hasta la isolínea de 4.500 m/s se observa lo mismo que en el **TMS-1**, una separación de las isolíneas de velocidad, indicando variaciones en el grado de compacidad de los materiales. En el gráfico de cobertura de frentes de ondas P se observa la presencia de dos refractores, uno coincidente con la isolínea de 2.500-3.000 m/s y el otro coincidente con la isolínea de 4.500 m/s y marcan cambios de compacidad del medio.

En el modelo de velocidad de ondas P del **TMS-3**, obtenido se observa hasta el metro 90,0 del perfil, unos valores de velocidad de Vp inferiores a 2.500 m/s (materiales ripables) hasta una profundidad de entre 15,0 y 20,0 metros, donde las isolíneas de velocidad de Vp aparecen muy separadas, indicando un grado de compacidad medio-bajo. Desde la isolínea de 2.500 m/s, hasta la máxima profundidad de investigación, las isolíneas aparecen algo más juntas indicando variaciones en la compacidad del terreno. En el gráfico de cobertura de frentes de ondas P se

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

observa la presencia de dos refractores, uno muy cerca de la superficie y está relacionado con la presencia de un nivel endurecido, y el otro más profundo, coincidente con la isolínea de 2.500 m/s, y marca un cambio de compacidad del medio.

V.2. Análisis de Desviación de Sondeos

Sobre el sondeo en que se ha llevado a cabo el ensayo Down-Hole se han realizado medidas de desviación/verticalidad, las cuales se incluyen en los cálculos realizados para el citado ensayo, obteniendo la distancia real entre el emisor y el receptor a diferentes profundidades, de forma precisa y así solventar el error que produciría la desviación de los mismos.

Para el sondeo en el que se lleva a cabo el ensayo Down-Hole **DH-44**, se ha obtenido una desviación máxima de 0,40 metros, a los 70,0 metros de profundidad, en dirección noroeste, (**Figura 11**).

A partir de los datos obtenidos en la medición de desviación/verticalidad del sondeo (**Figura 11**), podemos observar que la perforación del sondeo, presenta una desviación bastante continua en dirección noroeste, presentando varias zonas de inflexión, que podrían estar asociadas a cambios en la compacidad del terreno que provocan modificación en la trayectoria de la perforación.

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

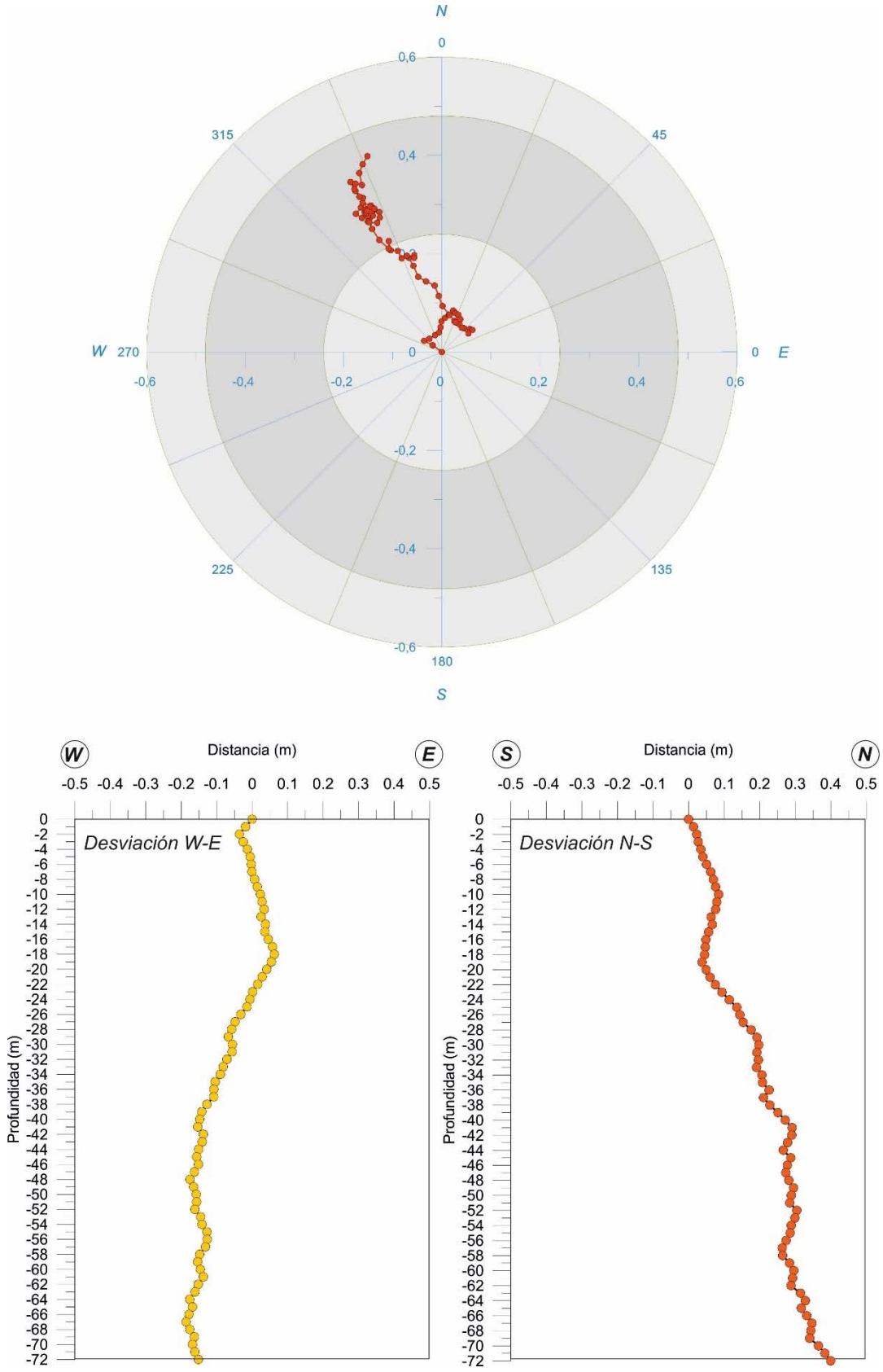


Figura 11. *Graficas de desviación de sondeo obtenida de las mediciones realizadas en la campaña de campo y utilizada para el cálculo de la distancia horizontal real entre emisor y receptor.*

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

V.3. Down-Hole

En el presente estudio se ha realizado un (1) ensayo de prospección geofísica en pozo tipo Down-Hole (**DH-44**), en sondeo **S-44**, previamente habilitado por el cliente, cuya posición se muestra en el **Plano A-1** del **Anexo A**.

En el **Anexo C**, se presentan gráficamente (**Plano C-1**) y en forma de tabla (**Plano C-2**), los resultados obtenidos para el ensayo Down-Hole, indicando la profundidad de estudio, la velocidad calculada de ondas P, la velocidad calculada de ondas S, la densidad de los materiales investigados (dato facilitado por el cliente), el Coeficiente de Poisson (σ) calculado, el Módulo de rigidez (**G**), el módulo de Young (**E**) y el módulo de Bulk (**K**).

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo **DH-44** del presente estudio y en función de las litologías, se extraen los siguientes resultados:

- Desde superficie y hasta una profundidad de 23,0 metros, se produce un aumento gradual de las velocidades de ondas sísmicas, indicando unos materiales que ganan en compacidad con la profundidad, cuyos rangos de valores son:
  - **Vp:** 1.071 – 2.875 m/s
  - **Vs:** 411 – 1.317 m/s
  - **Poisson:** 0,35 – 0,41
  - **M. Rigidez:** 0,31 – 3,70 GPa
  - **M. Young:** 0,87 – 10,11 GPa
  - **M. Bulk:** 1,69 – 13,12 GPa

- Desde el metro 23,0 hasta el metro 30,0 se produce una bajada en los valores de Vp y de Vs, lo que indica una bajada en la compacidad de los materiales; los rangos de valores son:
  - **Vp:** 1.723 – 2.538 m/s
  - **Vs:** 722 – 1.147 m/s
  - **Poisson:** 0,35 – 0,40
  - **M. Rigidez:** 1,08 – 2,74 GPa
  - **M. Young:** 3,02 – 7,37 GPa
  - **M. Bulk:** 4,73 – 10,50 GPa

- Desde el metro 30,0 hasta el metro 43,0 se producen subidas y bajadas de los valores de velocidad, tanto de Vp como de Vs, lo que indica una alternancia de materiales de diferente compacidad; los rangos de valores son:
  - **Vp:** 2.369 – 3.595 m/s
  - **Vs:** 1.103 – 2.059 m/s

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

- **Poisson:** 0,23 – 0,38
- **M. Rigidez:** 2,53 – 9,62 GPa
- **M. Young:** 6,89 – 23,98 GPa
- **M. Bulk:** 8,30 – 20,96 GPa

- Desde el metro 43,0 hasta el metro 48,0 se produce una bajada relativa de los valores de velocidad, de Vp y de Vs, asociándose a materiales de menor compacidad; los rangos de valores son:
  - **Vp:** 2.234 – 3.278 m/s
  - **Vs:** 1.132 – 1.824 m/s
  - **Poisson:** 0,25 – 0,36
  - **M. Rigidez:** 2,77 – 7,55 GPa
  - **M. Young:** 7,43 – 19,27 GPa
  - **M. Bulk:** 6,67 – 14,32 GPa

- Desde el metro 48,0 hasta el metro 57,0 se produce un aumento gradual de los valores de velocidad, de Vp y de Vs, indicando que el material gana en compacidad; los rangos de valores son:
  - **Vp:** 2.405 – 4.188 m/s
  - **Vs:** 1.263 – 2.460 m/s
  - **Poisson:** 0,23 – 0,32
  - **M. Rigidez:** 3,44 – 12,64 GPa
  - **M. Young:** 9,02 – 31,27 GPa
  - **M. Bulk:** 7,91 – 19,80 GPa

- Y, por último, desde el metro 57,0 hasta el metro 72,0 se produce en general, una bajada relativa de los valores de velocidad sísmica, indicando una alternancia de materiales de diferente compacidad; los rangos de valores son:
  - **Vp:** 2.104 – 3.581 m/s
  - **Vs:** 1.076 – 2.093 m/s
  - **Poisson:** 0,24 – 0,32
  - **M. Rigidez:** 2,42 – 9,16 GPa
  - **M. Young:** 6,40 – 22,72 GPa
  - **M. Bulk:** 5,90 – 14,59 GPa

A partir de los resultados obtenidos en este ensayo se ha calculado el parámetro **Vs_{30}**:

Vs_{30}=973 m/s

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Con los resultados de velocidad de ondas S obtenidos en este ensayo, se ha calculado la frecuencia o periodo natural del terreno (**f_h** ó **T_h**), hasta una profundidad de 30 metros (ver fórmula en apartado de trabajo de gabinete en la página 18 del presente informe ***IV.2.2 Down-Hole:***

f_{h30}=8,10 Hz ó **T_h**=0,12 s

V.4. Vibraciones

Para el ensayo de **HVSR** realizado en el presente estudio, se ha calculado el cociente espectral H/V, seleccionando suficiente número de ventanas a fin de que la muestra sea suficientemente representativa, y no teniendo en cuenta los eventos derivados de ruidos puntuales. Estas ventanas de tiempo han sido de 20 segundos a lo largo de un tiempo de adquisición de 60 minutos.

A partir del registro de la señal sísmica del terreno del ensayo de HVSR se ha determinado la frecuencia natural del terreno (f_0) (**Figura 12**):

Frecuencia (Hz)	Periodo (s)	Amplitud
7.76	0.13	1.30

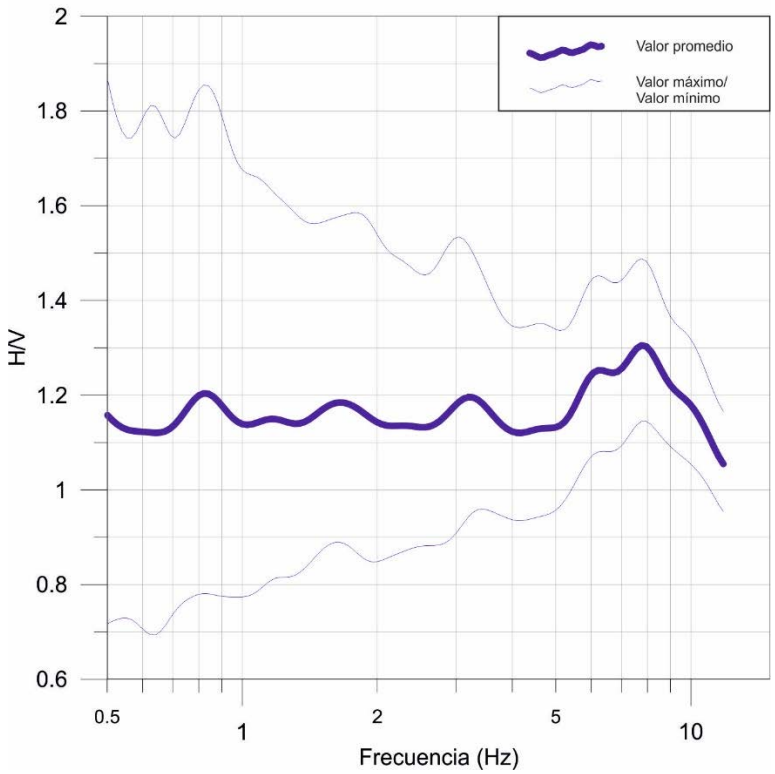


Figura 12. *Grafica de la frecuencia natural del terreno (f_0) obtenida*

La morfología de este tipo de curvas se asocia a sedimentos aluviales granulares de grano grueso. El hecho de que la frecuencia fundamental (**f_0**) del terreno se encuentre situado hacia las altas

frecuencias, pero con una baja amplitud es propio de este tipo de sedimento granular de grano grueso.

VI. COMPARATIVA ENTRE TÉCNICAS

A partir de los resultados obtenidos en el perfil de tomografía sísmica de refracción **TMS-2** y el Down-Hole **DH-44**, se ha realizado la comparativa de los valores de velocidad de ondas P (ver **Figura 13**) de ambas técnicas; se observa que, hasta la profundidad de investigación en la que coinciden, presentan una distribución creciente y homogénea, excepto en los últimos metros, pero con valores más altos en la tomografía sísmica. Esto es debido a que en el ensayo de Down-Hole (prospección en pozo) se toma registro de datos mediante un geófono triaxial de pozo a intervalos de 1,0 metro en profundidad, y se obtiene una medida de la onda directa para obtener la Vp del terreno, por lo que su distribución de valores es mucho más precisa que en el estudio con tomografía sísmica (prospección superficial). En la tomografía sísmica se analiza la refracción de la onda para obtener la Vp del terreno y la adquisición de datos en profundidad se realiza mediante la implantación de dispositivos superficiales (geófonos cada 5,0 metros), discriminando paquetes de terreno más groseros en profundidad, presentando por ello un menor detalle en los resultados.

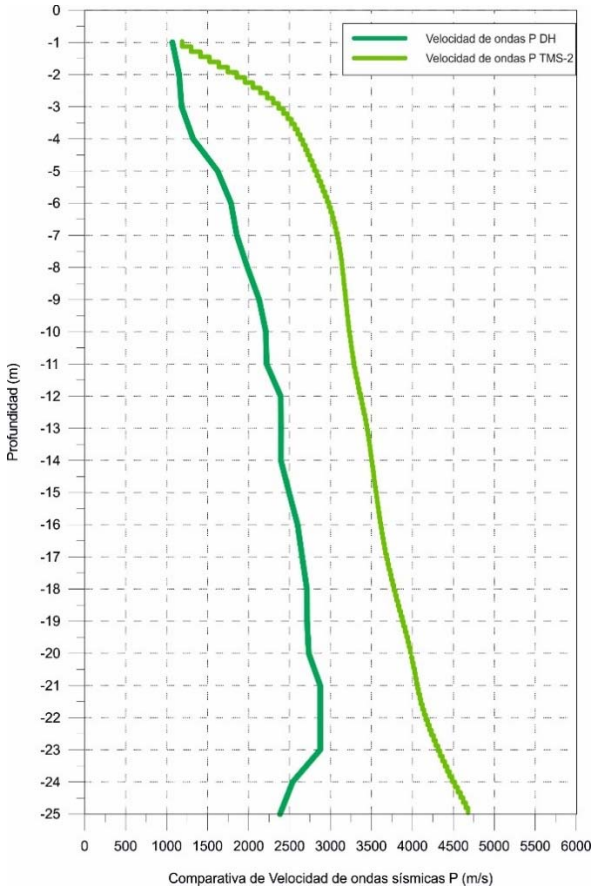


Figura 13. *Grafica comparativa de la velocidad Vp del ensayo DH y del perfil TMS-2.*

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Por otro lado, con los resultados obtenidos de velocidad de ondas S del Down-Hole **DH-44**, se ha estimado la frecuencia o periodo natural del terreno; comparando estos valores con los obtenidos en el ensayo **HVSR** realizado en la misma posición que el ensayo **DH-44**, se observan datos muy similares y con los que se llegan a la misma conclusión, que los materiales estudiados son de tipo sedimentario de grano grueso.

	Frecuencia (Hz)	Periodo (s)
Down _Hole	8,10	0,12
HVSR	7,76	0,13

VII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente informe se derivan las siguientes conclusiones:

1. De los perfiles de sísmica de refracción de ondas P se ha obtenido un modelo de velocidad de ondas P, a partir del cual se han establecido las potencias de los diferentes tipos de materiales según límites de ripabilidad de terreno, basándonos en los siguientes parámetros establecidos para las litologías existentes en la zona de estudio:
    a. **Materiales Excavables. -** Velocidades inferiores a 1.000 m/s.
    b. **Materiales Ripables. -** Velocidades de entre 1.000 y 2.500 m/s.
    c. **Materiales Marginales. -** Velocidades de entre 2.500 y 3.200 m/s.
    d. **Materiales no Ripables o Volables. -** Velocidades superiores a 3.200 m/s.

2. A partir del perfil de sísmica de refracción de ondas P también se ha obtenido un gráfico de cobertura de frentes de ondas P, del que se ha obtenido una interpretación cualitativa del modelo, mediante la representación de refractores que indican alternancia de materiales en profundidad, con diferente compacidad.

3. Mediante el ensayo DOWN-HOLE se han determinado las velocidades de ondas P y S en el correspondiente punto de ensayo. A partir de estos datos se han calculado los módulos dinámicos de deformación en los puntos de ensayo. También se ha obtenido un cálculo de la Vs30 **(973 m/s)**, así como el cálculo de la frecuencia natural del terreno (**8,10 Hz**).

4. Comparando los valores de velocidad de ondas P obtenidos con la tomografía sísmica con los del Down-Hole, en el punto donde se realizó el sondeo S-44, se observa de forma genérica, que hasta la profundidad donde coinciden ambas técnicas (desde superficie hasta 25 metros de profundidad) la distribución de estas velocidades son crecientes y

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

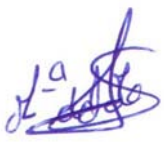
homogéneas; en el caso de la tomografía sísmica los valores son más altos. Esta diferencia se debe a que el Down-Hole es una técnica de prospección en pozo con datos cada metro, medida de onda directa y más precisa que la tomografía sísmica, donde al ser una prospección superficial, en la que se analiza la refracción de la onda, la discriminación de paquetes en el terreno es más grosera.

5. En el ensayo de vibraciones del terreno VIB-1 se observa un pico de frecuencia, **7,76 Hz** de amplitudes bajas. La morfología de las razones espectrales obtenidas indica que los materiales estudiados son de tipo sedimentario de grano grueso.

6. Se ha obtenido el cálculo de la frecuencia natural del terreno mediante el ensayo Down-Hole de manera indirecta, a través de los resultados de velocidad de ondas S; y mediante el ensayo de **HVSR**. Los resultados obtenidos con ambas técnicas son muy similares, y se pueden asociar a un material sedimentario de tipo grano grueso.

7. Los resultados de los ensayos realizados en este estudio son sólo aplicables a las posiciones de cada una de las implantaciones ejecutadas y hasta la profundidad máxima de investigación alcanzada en los modelos correspondientes.

Madrid, a 26 de mayo de 2022



Fdo.: María del Mar Sáez
Licenciada en Geología



Fdo.: Carlos M. Calvo Martínez
Geólogo
Colegiado nº 3595



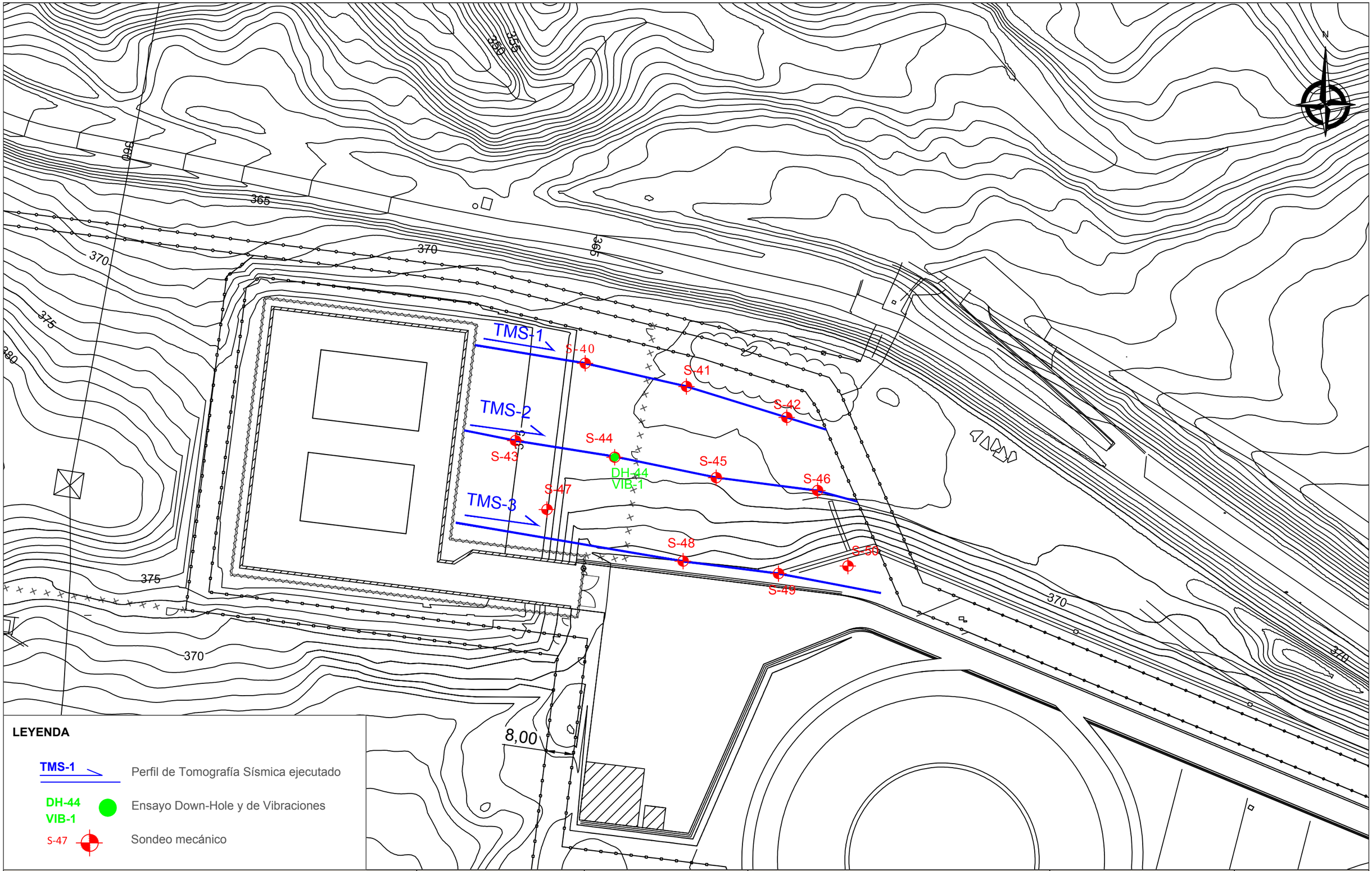
Fdo.: Raúl Mínguez Maturana
Geólogo
Colegiado nº 3483

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

ANEXO A

PLANO DE LOCALIZACIÓN



LEYENDA

TMS-1	Perfil de Tomografía Sísmica ejecutado
DH-44 / VIB-1	Ensayo Down-Hole y de Vibraciones
S-47	Sondeo mecánico

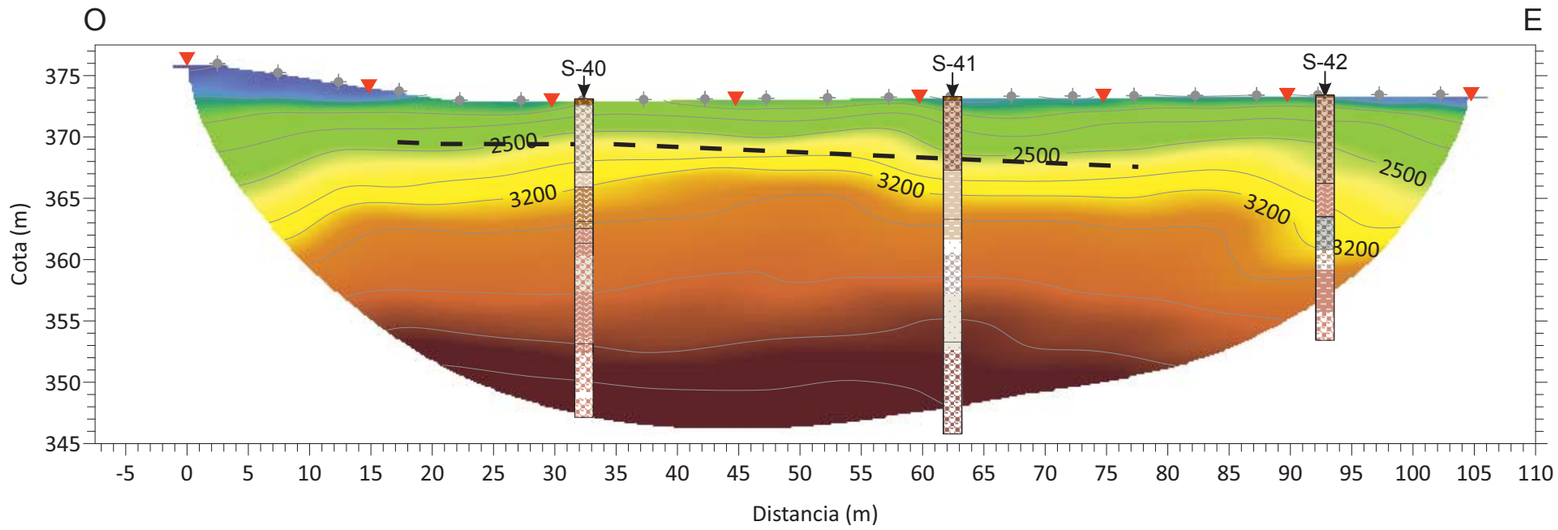
PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA SÍSMICA, DOWN-HOLE Y VIBRACIONES, PARA EL ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO, (ATI-100), DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES (VALENCIA)	Codexsa	geofísica consultores	LOCALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS GEOFÍSICOS	DIN A3 1:1000 0 10 20 30 40 metros	MAYO 2022 REVISIÓN: REV-0 Nº PLANO: A-1

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

ANEXO B

MODELOS DE VELOCIDAD DE ONDAS P Y GRÁFICOS DE COBERTURA DE FRENTES DE ONDAS P

MODELO DE VELOCIDAD DE ONDAS P **TMS-1**



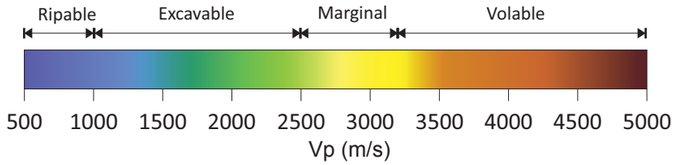
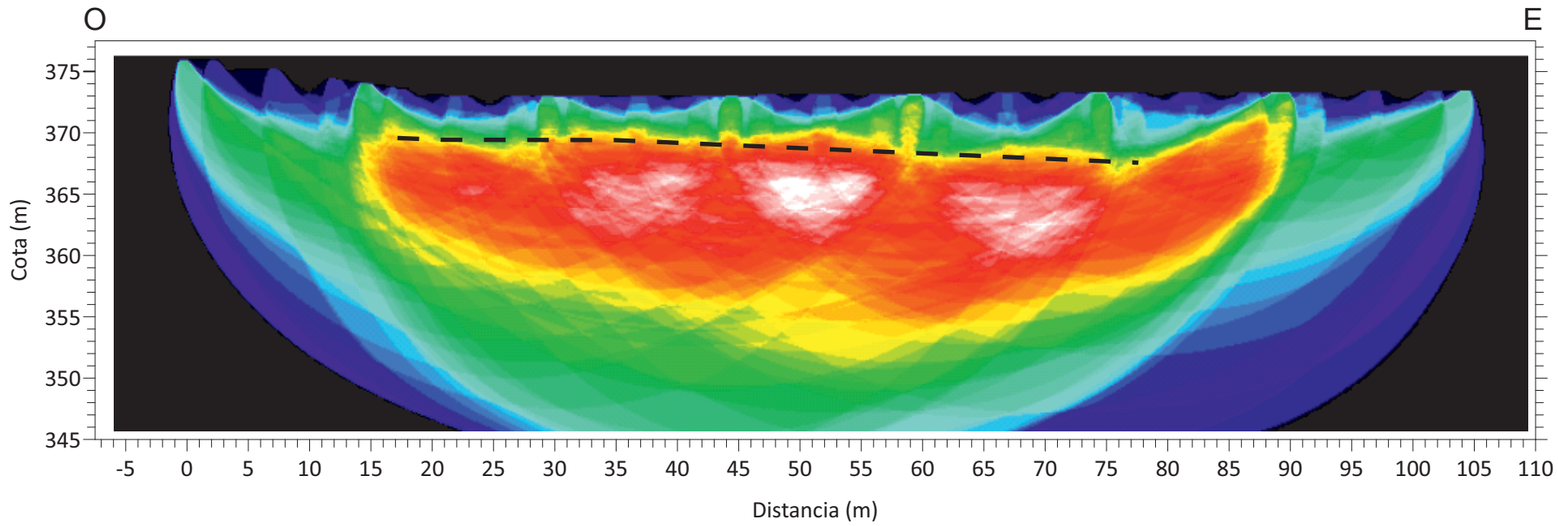
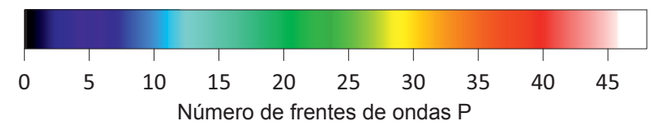


GRÁFICO DE COBERTURA DE FRENTES DE ONDAS P **TMS-1**

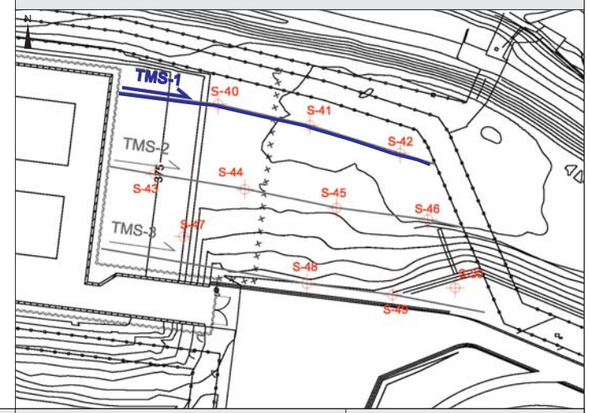




LEYENDA

- 2000 — Isolínea de velocidad (Vp)
- Posición de disparos
- Posición de geófonos
- Refractor principal
- S-1 — Sondeo
- Gravas y conglomerados
- Arenas
- Limos
- Arcillas
- Arenisca
- Limolita

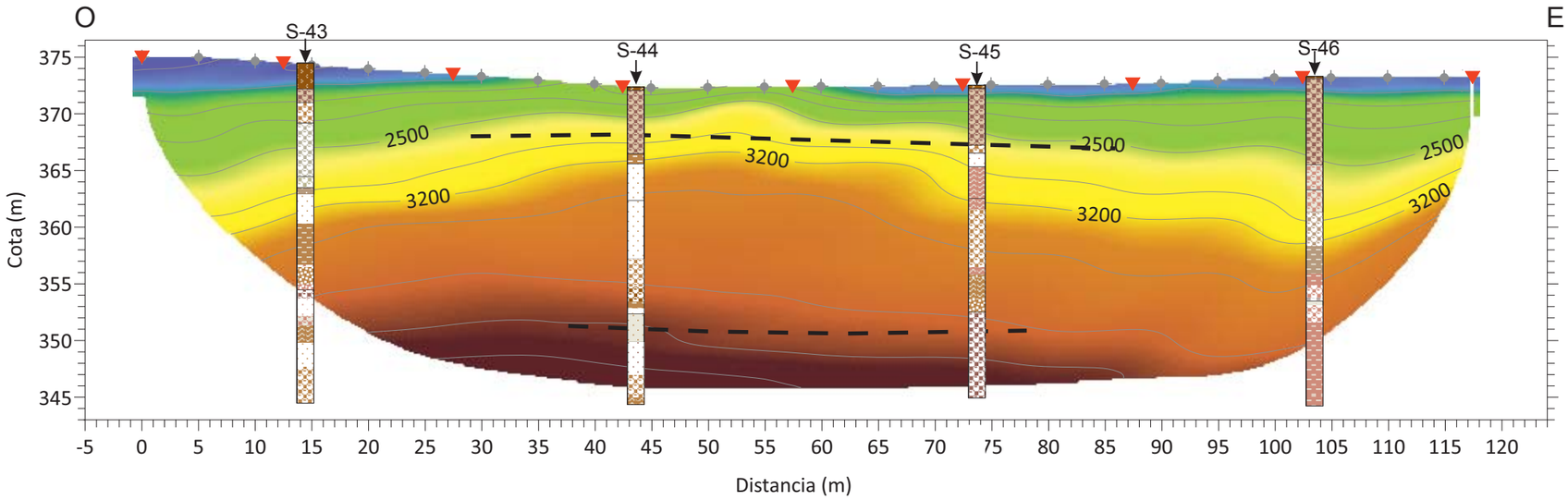
PLANO ESQUEMÁTICO



PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA SÍSMICA, DOWN-HOLE Y VIBRACIONES, PARA EL ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO (ATI-100), DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES (VALENCIA)	Codexsa	geofísica consultores	MODELO DE VELOCIDAD DE ONDAS P Y GRÁFICO DE COBERTURA DE FRENTES DE ONDAS P **TMS-1**	DIN A3 — 1 : 500 — 0 5 10 15 20 metros	MAYO 2022

REV	Nº PLANO
REV-1	B-1

MODELO DE VELOCIDAD DE ONDAS P **TMS-2**



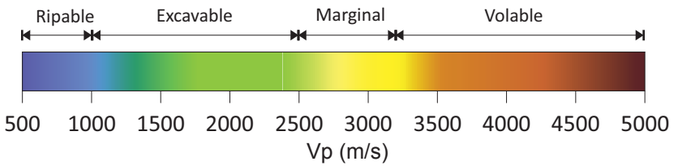
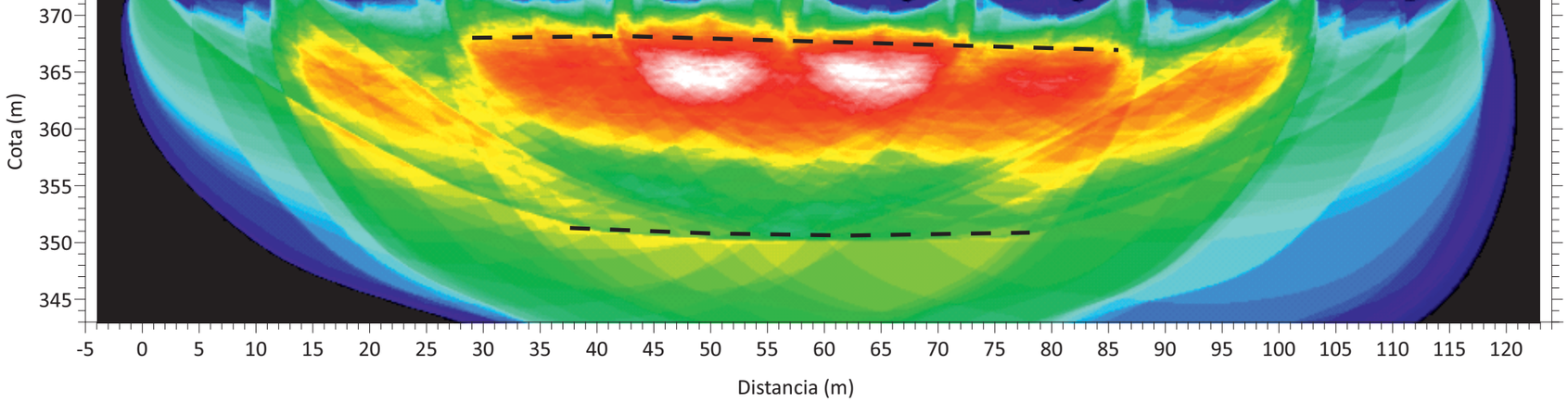
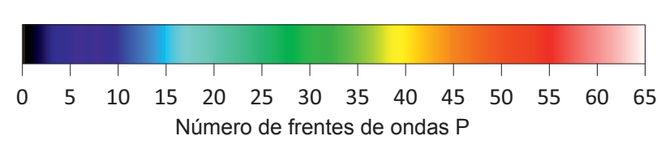


GRÁFICO DE COBERTURA DE FRENTES DE ONDAS P **TMS-2**

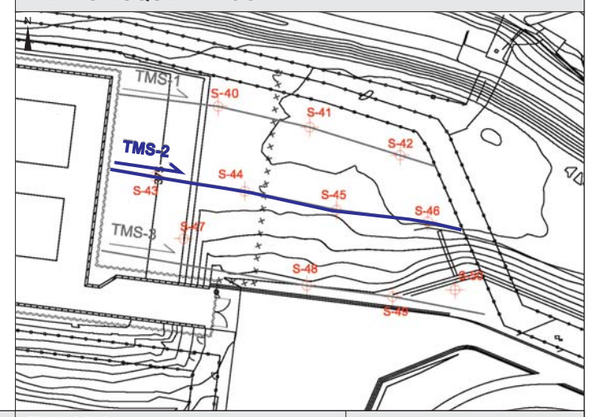




LEYENDA

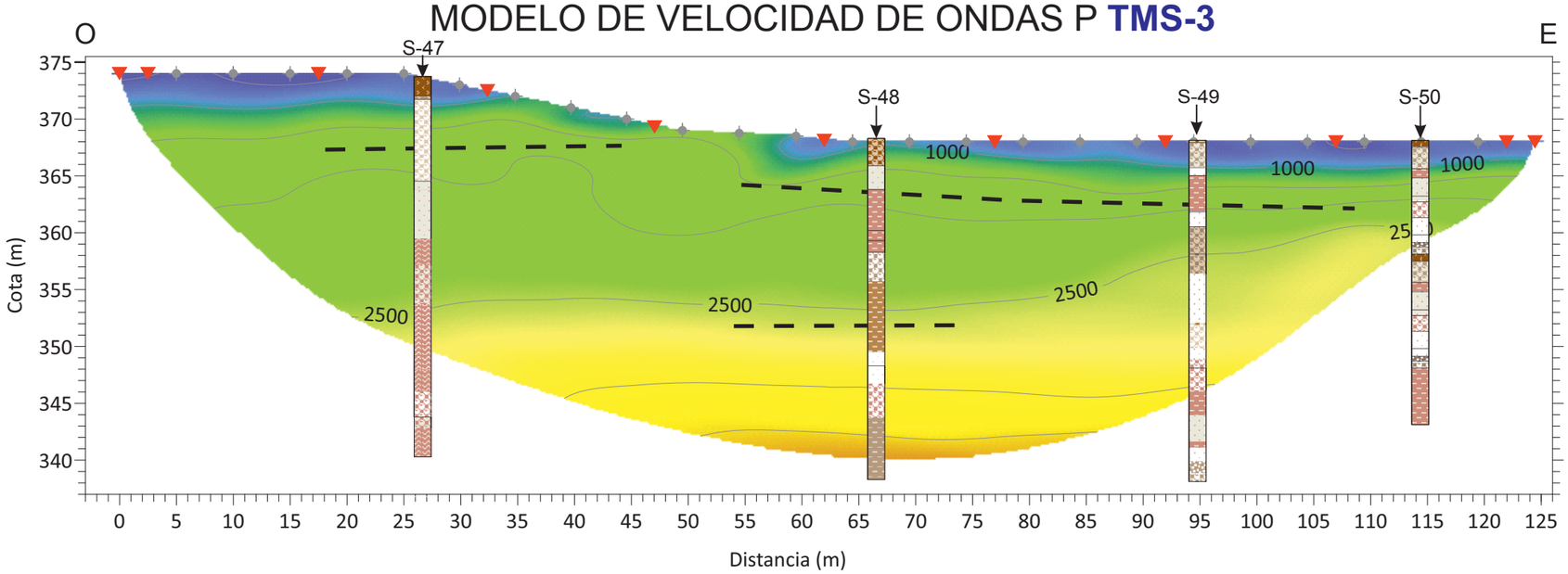
- 2000 — Isolínea de velocidad (Vp)
- Posición de disparos
- Posición de geófonos
- Refractor principal
- S-1 — Sondeo
- Gravas y conglomerados
- Arenas
- Limos
- Arcillas
- Arenisca
- Limolita

PLANO ESQUEMÁTICO



PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA SÍSMICA, DOWN-HOLE Y VIBRACIONES, PARA EL ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO (ATI-100), DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES (VALENCIA)	Codexsa	geofísica consultores	MODELO DE VELOCIDAD DE ONDAS P Y GRÁFICO DE COBERTURA DE FRENTES DE ONDAS P **TMS-2**	DIN A3 1 : 500 0 5 10 15 20 metros	MAYO 2022 REV: REV-1 Nº PLANO: B-2

MODELO DE VELOCIDAD DE ONDAS P **TMS-3**



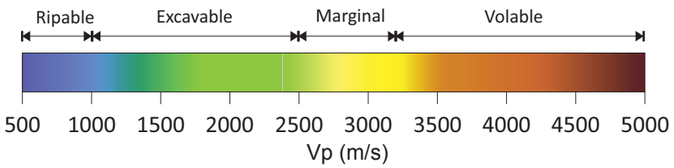
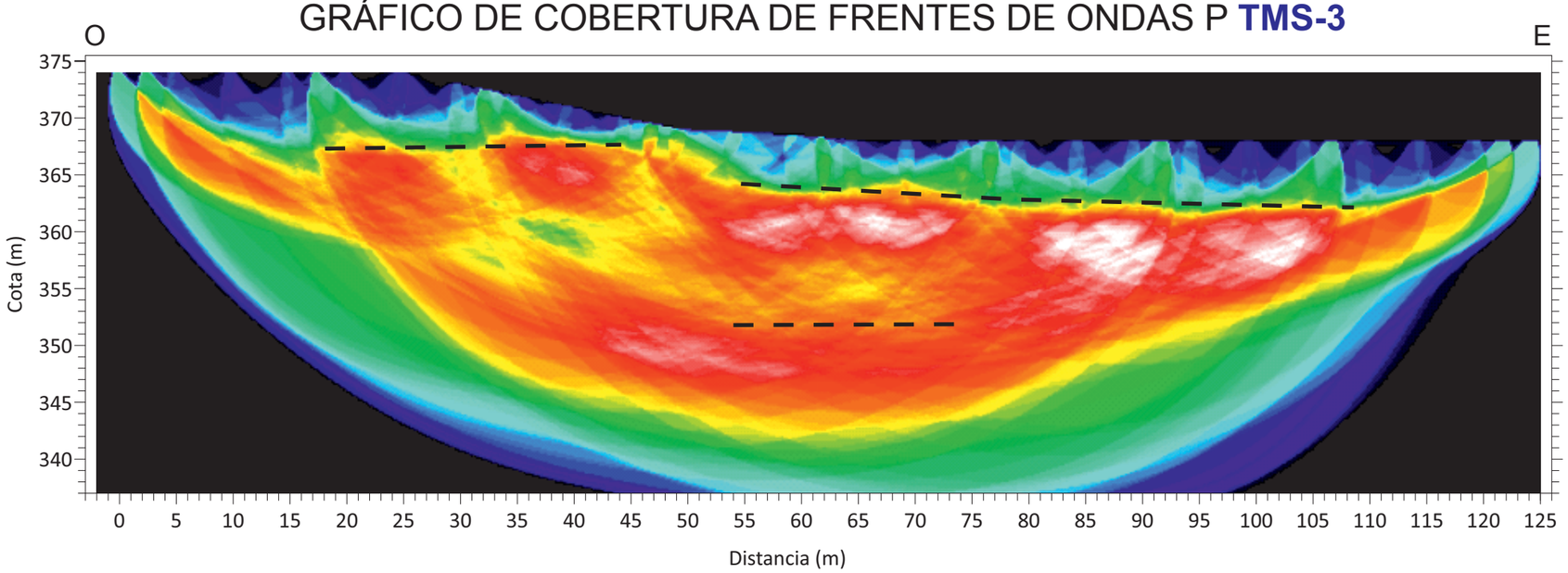
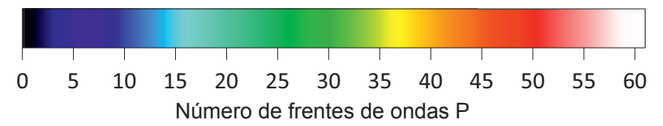


GRÁFICO DE COBERTURA DE FRENTES DE ONDAS P **TMS-3**





LEYENDA

- 2000 — Isolínea de velocidad (Vp)
- Posición de disparos
- Posición de geófonos
- Refractor principal
- S-1 — Sondeo
- Gravas y conglomerados
- Arenas
- Limos
- Arcillas
- Arenisca
- Limolita

PLANO ESQUEMÁTICO



PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA SÍSMICA, DOWN-HOLE Y VIBRACIONES, PARA EL ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO (ATI-100), DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES (VALENCIA)	Codexsa	geofísica consultores	MODELO DE VELOCIDAD DE ONDAS P Y GRÁFICO DE COBERTURA DE FRENTES DE ONDAS P **TMS-3**	DIN A3 1 : 500 0 5 10 15 20 metros	MAYO 2022

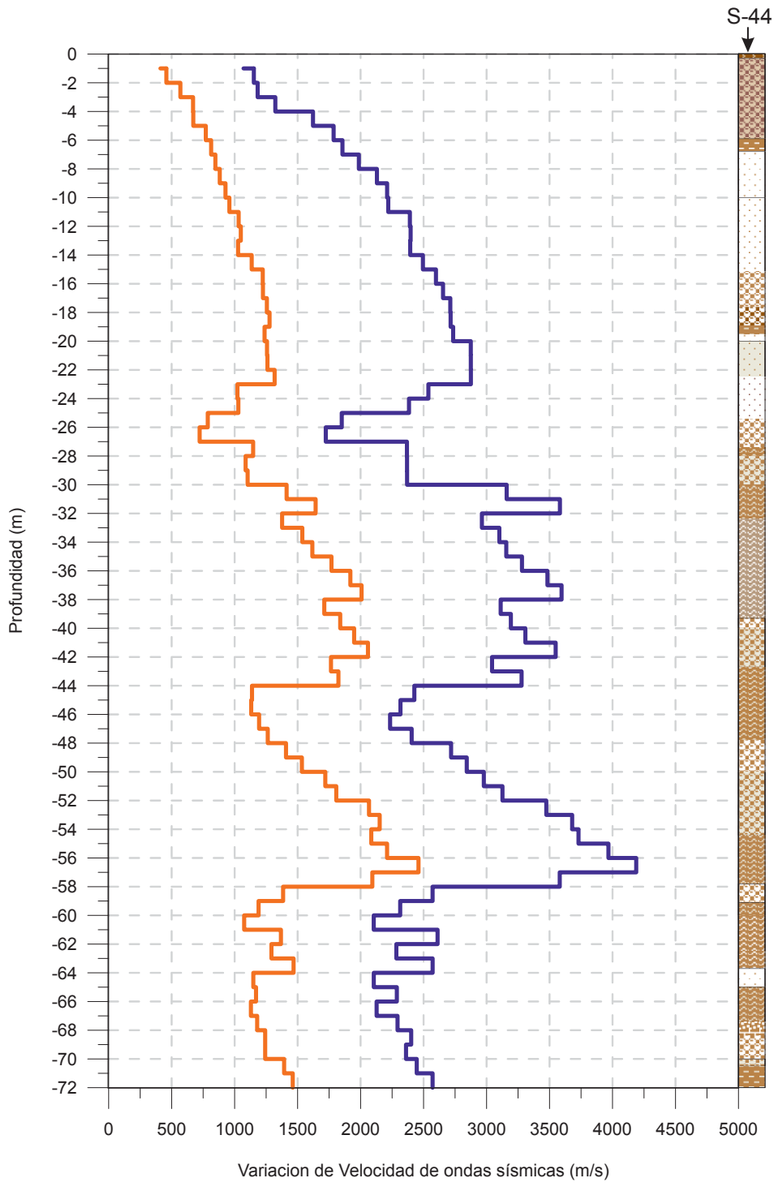
REV	Nº PLANO
REV-1	B-3

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

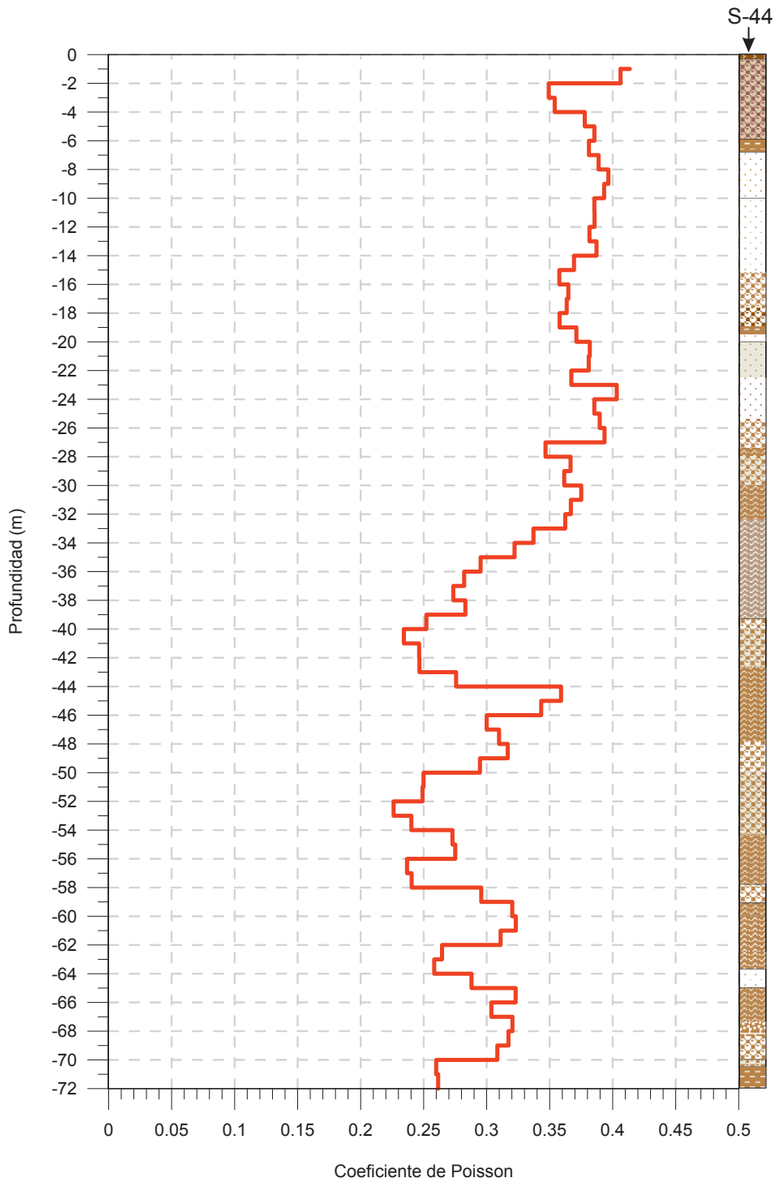
ANEXO C

ENSAYO DOWN-HOLE Y
MÓDULOS ELÁSTICOS DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN

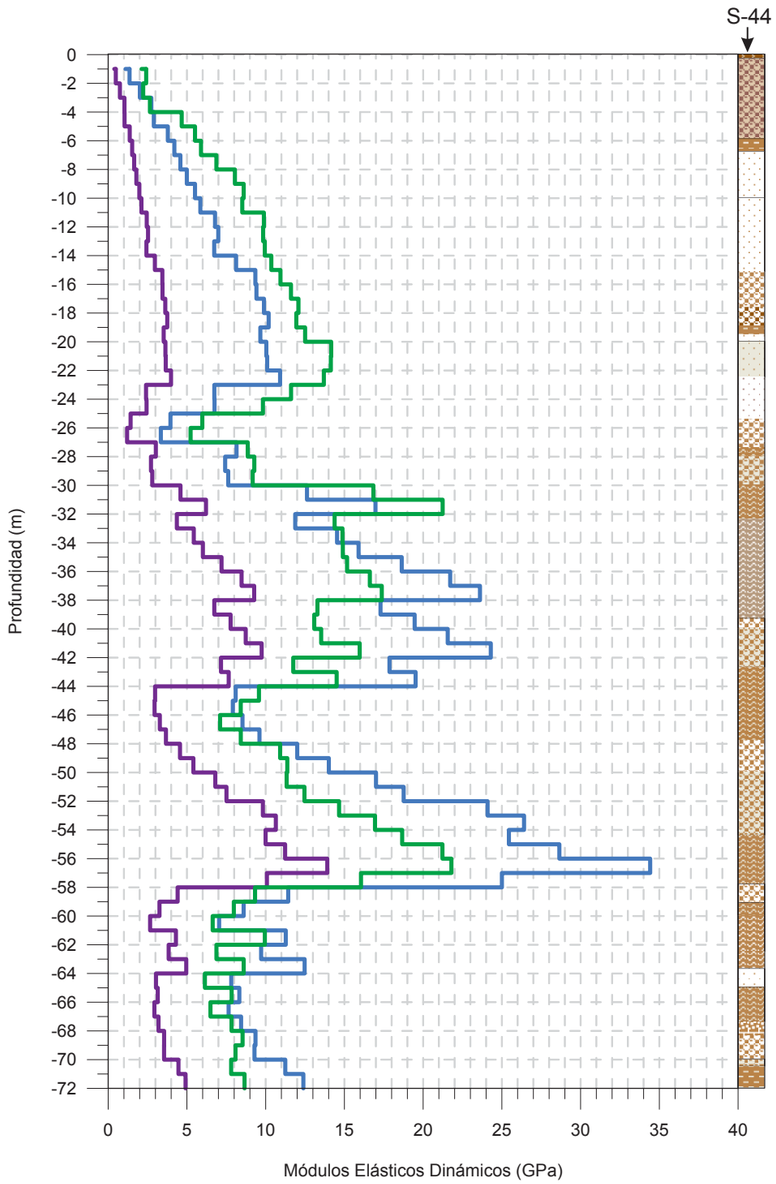
GRÁFICA DE Vp Y Vs



GRÁFICA DE COEFICIENTE DE POISSON



GRÁFICA DE MÓDULOS ELÁSTICOS DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN



LEYENDA

- Velocidad de ondas P
- Velocidad de ondas S
- Coeficiente de Poisson
- Módulo de Rigidez
- Módulo de Young
- Módulo de Bulk
- Gravas y conglomerados
- Arenas
- Limos
- Arcillas
- Arenisca
- Limolita

PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA		FECHA	
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA SÍSMICA, DOWN-HOLE Y VIBRACIONES, PARA EL ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO (ATI-100), DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES (VALENCIA)	Codexsa	geofísica consultores	VELOCIDAD DE ONDAS P Y S COEFICIENTE DE POISSON Y MÓDULOS ELÁSTICO-DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN **DH-S44**	DIN A3	GRÁFICA	MAYO 2022	
						REV	Nº PLANO
						REV-1	C-1

VALORES DE MÓDULOS ELÁSTICOS DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN PARA ENSAYO DH-S44

Profundidad (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densidad (Kg/m^3)	σ	G (Gpa)	E (Gpa)	K (Gpa)
-1	1071	411	1830	0.41	0.31	0.87	1.69
-2	1153	458	1830	0.41	0.38	1.08	1.92
-3	1183	569	1830	0.35	0.59	1.60	1.77
-4	1323	629	1830	0.35	0.72	1.96	2.24
-5	1622	719	1830	0.38	0.95	2.60	3.55
-6	1786	771	1830	0.39	1.09	3.01	4.39
-7	1856	813	1830	0.38	1.21	3.34	4.69
-8	1986	847	2160	0.39	1.55	4.31	6.45
-9	2130	882	2160	0.40	1.68	4.69	7.56
-10	2211	927	2160	0.39	1.86	5.18	8.08
-11	2220	958	2160	0.39	1.98	5.50	8.00
-12	2391	1032	2160	0.39	2.30	6.37	9.29
-13	2397	1049	2160	0.38	2.38	6.57	9.24
-14	2394	1027	2160	0.39	2.28	6.32	9.34
-15	2495	1136	2130	0.37	2.75	7.52	9.59
-16	2598	1223	2130	0.36	3.19	8.65	10.13
-17	2654	1225	2130	0.36	3.19	8.72	10.75
-18	2712	1256	2130	0.36	3.36	9.16	11.19
-19	2715	1277	2130	0.36	3.47	9.44	11.06
-20	2735	1238	2130	0.37	3.26	8.95	11.58
-21	2875	1257	2130	0.38	3.37	9.30	13.12
-22	2875	1261	2130	0.38	3.38	9.35	13.09
-23	2875	1317	2130	0.37	3.70	10.11	12.68
-24	2538	1022	2080	0.40	2.17	6.10	10.50
-25	2384	1029	2080	0.39	2.20	6.11	8.89
-26	1850	787	2080	0.39	1.29	3.58	5.41
-27	1723	722	2080	0.39	1.08	3.02	4.73
-28	2368	1147	2080	0.35	2.74	7.37	8.01
-29	2369	1087	2080	0.37	2.46	6.72	8.39
-30	2369	1103	2080	0.36	2.53	6.89	8.30
-31	3160	1413	2270	0.38	4.53	12.46	16.62
-32	3582	1643	2270	0.37	6.13	16.75	20.96
-33	2963	1377	2270	0.36	4.30	11.72	14.19
-34	3101	1537	2270	0.34	5.36	14.35	14.68
-35	3157	1617	2270	0.32	5.94	15.69	14.70
-36	3281	1769	2270	0.30	7.10	18.40	14.97
-37	3483	1919	2270	0.28	8.36	21.43	16.40
-38	3595	2008	2270	0.27	9.15	23.30	17.15
-39	3112	1712	2270	0.28	6.65	17.07	13.11
-40	3193	1838	2270	0.25	7.67	19.21	12.92
-41	3308	1949	2270	0.23	8.62	21.28	13.35
-42	3549	2059	2270	0.25	9.62	23.98	15.76
-43	3044	1765	2270	0.25	7.07	17.63	11.60
-44	3278	1824	2270	0.28	7.55	19.27	14.32
-45	2427	1138	2160	0.36	2.80	7.60	8.99
-46	2317	1132	2160	0.34	2.77	7.43	7.90
-47	2234	1194	2160	0.30	3.08	8.01	6.67
-48	2405	1263	2160	0.31	3.44	9.02	7.91
-49	2718	1408	2160	0.32	4.28	11.27	10.25
-50	2843	1534	2160	0.29	5.08	13.16	10.68
-51	2978	1720	2160	0.25	6.39	15.97	10.64
-52	3126	1807	2160	0.25	7.05	17.62	11.70
-53	3474	2067	2160	0.23	9.23	22.63	13.77
-54	3679	2151	2160	0.24	10.00	24.80	15.91
-55	3730	2085	2160	0.27	9.39	23.90	17.53
-56	3968	2210	2090	0.28	10.21	26.03	19.29
-57	4188	2460	2090	0.24	12.64	31.27	19.80
-58	3581	2093	2090	0.24	9.16	22.72	14.59
-59	2571	1385	2090	0.30	4.01	10.39	8.47
-60	2314	1190	2090	0.32	2.96	7.81	7.25
-61	2104	1076	2090	0.32	2.42	6.40	6.03
-62	2611	1367	2210	0.31	4.13	10.84	9.56
-63	2284	1292	2210	0.26	3.69	9.33	6.61
-64	2572	1468	2210	0.26	4.76	11.99	8.27
-65	2105	1148	2210	0.29	2.91	7.51	5.90
-66	2288	1170	2210	0.32	3.02	8.00	7.53
-67	2127	1129	2210	0.30	2.82	7.35	6.24
-68	2293	1179	2210	0.32	3.07	8.11	7.53
-69	2402	1242	2210	0.32	3.41	8.99	8.20
-70	2361	1242	2210	0.31	3.41	8.93	7.77
-71	2446	1393	1980	0.26	3.84	9.68	6.72
-72	2572	1461	1980	0.26	4.23	10.67	7.46

PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA SÍSMICA, DOWN-HOLE Y VIBRACIONES, PARA EL ALMACÉN TEMPORAL INDIVIDUALIZADO (ATI-100), DE LA CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES (VALENCIA)	Codexsa	geofísica consultores	VELOCIDAD DE ONDAS P Y S COEFICIENTE DE POISSON Y MÓDULOS ELÁSTICO-DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN **DH-S44**	DIN A3 GRÁFICA	MAYO 2022
					REV: REV-1 / Nº PLANO: C-2

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

ANEXO D

FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS



Foto 1.- Vista hacia el final del perfil de Tomografía Sísmica **TMS-1**.



Foto 2.- Vista desde el inicio del perfil de Tomografía sísmica **TMS-2**.



Foto 3.- Vista hacia el final del perfil de Tomografía Sísmica **TMS-3**.



Foto 4.- Vista del equipo utilizado para la realización del ensayo Down-Hole en el sondeo S-44.



Foto 5.- Detalle del equipo para la toma de datos de las vibraciones.