

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO**

**CENTRO DE DATOS EN  
RIBERA ALTA DEL EBRO**

**DATA CENTER RIBERA ALTA DEL EBRO, S.L.**

**ENSAYA**  
*Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.L.*

**Cuarte de Huerva (Zaragoza), septiembre de 2025**

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.- TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>5</b>
2.1.- REVISIÓN CARTOGRÁFICA.....	5
2.2.- CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA.....	9
2.3.- PROSPECCIÓN DEL TERRENO .....	11
2.3.1.- Ensayos de penetración dinámica D.P.S.H.....	12
2.3.2.- Sondeos mecánicos y sónicos.....	13
2.3.3.- Calicatas.....	17
2.3.4.- Trincheras.....	19
4.2.1. Trinchera 1 .....	19
4.2.2. Trinchera 2 .....	21
2.4.- ENSAYOS DE LABORATORIO .....	22
<b>3.- MARCO GEOLÓGICO .....</b>	<b>28</b>
<b>4.- ANÁLISIS DE RIESGOS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>31</b>
4.1.- RIESGO DE SUBSIDENCIA POR PROCESOS KÁRSTICOS, DOLINAS .....	31
4.2.- RIESGO POR AVENIDAS O INUNDACIONES .....	33
4.3.- RIESGO DE HINCHAMIENTO/COLAPSO.....	34
4.4.- RIESGO SÍSMICO .....	35
4.5.- EXPOSICIÓN AL RADÓN.....	35
<b>5.- HIDROGEOLOGÍA .....</b>	<b>36</b>
<b>6.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS PRELIMINARES DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>37</b>
6.1.- UNIDAD 1: TIERRA VEGETAL/RELLENO .....	37
6.2.- UNIDAD 2: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO, GRAVAS.....	39
6.3.- UNIDAD 3: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO, LIMOS.....	42
6.4.- UNIDAD 4: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO, ARENAS.....	46
6.5.- UNIDAD 4: SUSTRATO TERCIARIO LUTITAS .....	48
<b>7.- RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS PRELIMINARES .....</b>	<b>52</b>
7.1.- Movimientos de tierras. Taludes y tipo de explanación .....	52
7.2.- Cimentaciones.....	54

7.3.- Dolinas .....	62
---------------------	----

## **APÉNDICES**

**APÉNDICE I: PLANTA DE SITUACIÓN DE LAS PARCELAS**

**APÉNDICE II: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA SOBRE ORTOFOTO**

**APÉNDICE III: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA SOBRE MAPA DE SOMBRAS (HILLSHADE)**

**APÉNDICE IV: PLANTA DE SITUACIÓN DE TRABAJOS**

**APÉNDICE V: GRÁFICO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA**

**APÉNDICE VI: COLUMNAS DE LOS SONDEOS. FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO**

**APÉNDICE VII: PERFILES LITOLÓGICOS DE CALICATAS. FOTOGRAFÍAS**

**APÉNDICE VIII: PERFILES LITOLÓGICOS DE LAS TRINCHERAS Y FOTOGRAFÍAS DE LA PARED**

**APÉNDICE IX: ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**APÉNDICE X: POSICIÓN DE LAS TRINCHERAS. LÍMITE DE LA DOLINA Y DISTANCIA DE SEGURIDAD**

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe preliminar, realizado a petición de DATA CENTER RIBERA ALTA DEL EBRO, S.L., analiza la situación geológico-geomorfológica y geotécnica de una superficie, constituida por cuatro parcelas localizadas en el sector centro-este del T.M. de Luceni (Zaragoza), en la que se pretende instalar un centro de datos (Figura 1).



Figura 1. Límites aproximados de las cuatro superficies analizadas en este informe sobre las que se pretende instalar un centro de datos.

Las citadas superficies, dos de ellas localizadas entre los trazados paralelos de la autopista AP-68 y la autovía A-68 (1 y 2) y otras dos en el espacio comprendido entre el margen norte de la autovía A-68 y el Canal Imperial de Aragón (3 y 4), ocupan un área total aproximada de 69,6 ha (15,4 ha (1), 12,6 ha (2), 19,4 ha (3), y 22,2 ha (4)) (Figura 1). Cabe destacar que, aproximadamente a unos 4 Km al oeste, se localiza el embalse de La Loteta, estableciéndose una diferencia de cota entre el nivel máximo de la lámina de agua (288 m.s.n.m.) y la cota más baja de la superficie de las parcelas (249 m.s.n.m.) de 39 m. La disposición espacial de las parcelas puede ser consultada en el Apéndice I.

El estudio pretende determinar las características geotécnicas, geológicas y geomorfológicas preliminares de la superficie en la que se pretende realizar la instalación del centro de datos.

Para ello, inicialmente se ha realizado una revisión de la información cartográfica histórica existente en la zona, además de una exhaustiva revisión de la bibliografía científica publicada, producida fundamentalmente por el grupo de investigación de Geodinámica Externa de la Universidad de Zaragoza. Posteriormente se ha realizado una inspección en campo a modo de comprobación de los datos cartográficos recopilados.

Seguidamente, se han llevado a cabo una serie de trabajos de prospección del terreno de para el tipo de edificaciones propuestas, concretamente dieciséis sondeos, varios de ellos sísmicos, con recuperación de testigo, diez ensayos de penetración dinámica y cinco calicatas.

## **2.- TRABAJOS REALIZADOS**

### **2.1.- REVISIÓN CARTOGRÁFICA**

Con la finalidad de dilucidar la posible presencia de dolinas obliteradas o colmatadas en la superficie de las parcelas analizadas en este informe, se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión cartográfica de diversa índole, incluyendo fotografías aéreas y de satélite tomadas en distintas fechas, mapas topográficos antiguos y trabajos de investigación.

Todas las fotografías aéreas y documentos consultados han sido ortorectificados y todos los datos espaciales han sido georreferenciados e incorporados a un SIG para hacer comparaciones directas entre la distribución espacial de las anomalías geomorfológicas detectadas y la superficie de las parcelas analizadas en este informe.

- En el fotoplano de 1927 de la Confederación Hidrográfica del Ebro (Hoja 353-h-50), con una escala original 1:10.000, no se aprecian anomalías significativas en las superficies relativas a las parcelas 1, 2 y 3 (Figura 2). En el sector este de la superficie relativa a la Parcela 1 se observa una irregularidad de forma poligonal, cuyos límites son rectilíneos y forman entre sí ángulos rectos, constituyendo lo que puede ser la huella de una antigua edificación. En la superficie relativa a la parcela 4 se puede apreciar la presencia de una depresión cerrada con drenaje interno. Desde un punto de vista cartográfico, la citada anomalía geomorfológica es compatible con la

presencia de una dolina en la citada superficie. Además, aproximadamente 20 m al este del límite este de la parcela localizada entre el canal imperial y la autovía A-68 (parcela 3), se observa una superficie anómala con geometría circular que podría ser el resultado del desarrollo de un área subsidente (Figura 2).



Figura 2. Fotoplano de 1927 de la Confederación Hidrográfica del Ebro (H-353-h-50) sobre la que se ha superpuesto la superficie analizada. Las flechas amarillas señalan las zonas en las que se han observado las anomalías. El rectángulo amarillo señala la zona en la que se observa la huella de una antigua edificación.

- En las fotografías aéreas de junio de 1957 (vuelo americano), positivadas a una escala aproximada 1:33.000, al igual que en el fotoplano de 1927, no se aprecian anomalías significativas en las superficies 1, 2 y 3. Al igual que ocurría con las fotografías referentes al fotoplano de 1927, en el sector este de la superficie relativa a la Parcela 1 se observa una irregularidad de forma poligonal, cuyos límites son lineales y forman entre sí ángulos rectos, constituyendo lo que puede ser la huella de una antigua edificación. En estos fotogramas, también es visible la presencia de una depresión cerrada con drenaje interno en el interior de la superficie relativa a la parcela 4 compatible con el desarrollo de una dolina (Figura 3). Además, tal y como ocurría en el fotoplano de 1927, aproximadamente 20 m al este del límite relativo a la parcela 3, se observa una superficie anómala con geometría circular que podría ser el resultado del desarrollo de un área subsidente (Figura 3).

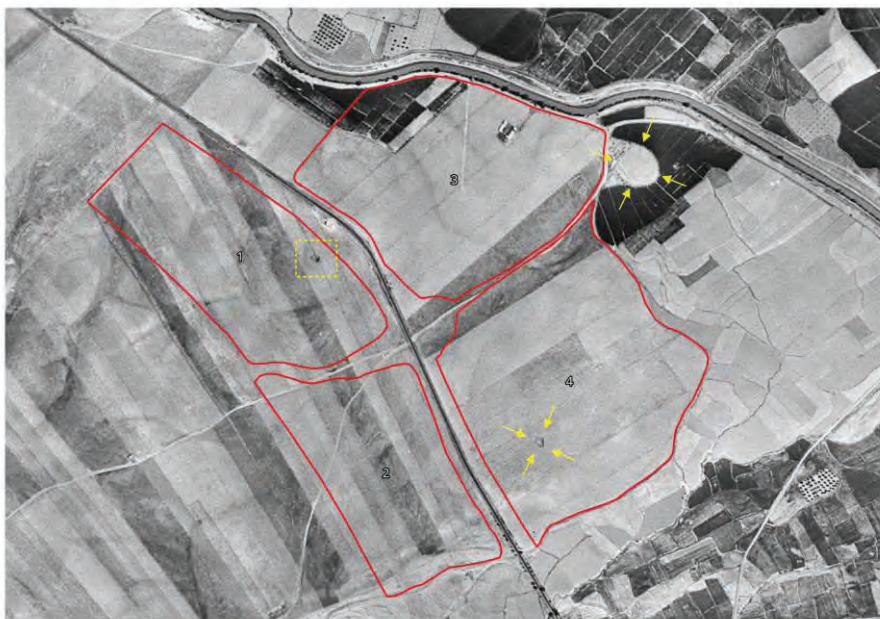


Figura 3. Fotografía aérea de junio de 1957 (vuelo americano) sobre la que se ha superpuesto las superficies investigadas. Las anomalías detectadas quedan señaladas con flechas amarillas. El rectángulo amarillo señala la zona en la que se observa la huella de una antigua edificación.

- En la hoja 353 (Pedrola) del Mapa Geomorfológico de España, elaborado a escala 1:50.000 por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) no aparece cartografiada ninguna anomalía relacionada con procesos de subsidencia en el interior de las superficies analizadas en este trabajo ni en sus proximidades (Figura 4).



Figura 4. Extracto de la hoja 353 (Pedrola) del Mapa Geomorfológico de España (IGME) sobre el que se han superpuesto las superficies analizadas en este trabajo.

- En el conjunto de ortofotos pertenecientes al registro histórico de Google Earth se observa una clara evolución de la depresión cerrada observada en la Parcela 4 que conformaría una dolina (Figura 5). A lo largo de la secuencia fotográfica se pueden evidenciar diferentes eventos de desplazamiento de la citada dolina y como esta es obliterada y colmatada de manera antrópica (Figura 5). Al igual que ocurría con las imágenes históricas descritas hasta ahora, no se observan anomalías significativas en las superficies relativas a las parcelas 1, 2 y 3, siendo destacables: (1) En la parcela localizada entre el canal imperial y la autovía A-68 (Parcela 3) se observa una excavación con geometría rectangular compatible con el movimiento de tierras necesario para la instalación de una balsa. (2) Al igual que ocurría con las fotografías aéreas de 1927 y 1957, aproximadamente 20 m al este del límite este de esta misma parcela, se observa una superficie anómala con geometría circular que podría ser el resultado del desarrollo de un área subsidente (Figura 5). Además, a partir de la fotografía tomada el 19 de junio del 2018, se aprecia como la superficie norte de las localizadas entre la autopista AP-68 y la autovía A-68 (Parcela 1) ha sido objeto de una excavación, posiblemente para la extracción de material granular necesario para la construcción de la propia autovía A-68. En lo relativo a la excavación localizada esta misma parcela, se observa que esta ha sido rellenada y explanada (Figura 5).



Figura 5. Ortofotos pertenecientes al registro histórico de Google Earth sobre la que se ha sobrepuesto las superficies investigadas.

- En la cartografía geomorfológica presente en el trabajo de investigación de Gutiérrez et al. (2015) publicados en la revista Engineering Geology no se señala la existencia de ninguna anomalía en las superficies analizadas en este trabajo (Figura 6).

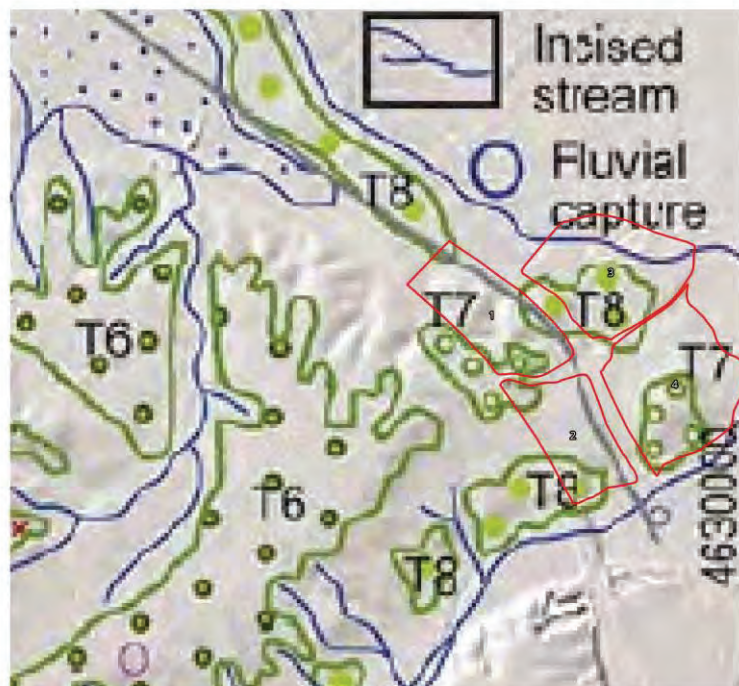


Figura 6. Cartografía geomorfológica elaborada por Gutiérrez et al. (2015) sobre la que se han superpuesto las superficies analizadas en este informe.

## 2.2.- CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA

Una vez finalizada la revisión cartográfica, se ha procedido a elaborar una cartografía geológico-geomorfológica de detalle del área ocupada por las diferentes parcelas investigadas en este informe. Para ello, además de la revisión cartográfica detallada en el apartado anterior, se ha llevado a cabo:

- (1) Interpretación con estereoscopio de las fotografías aéreas de junio de 1957 (vuelo americano), positivadas a una escala aproximada 1:33.000.
- (2) Análisis de modelos sombreados, mapas de pendiente y modelos RRIM generados con datos LiDAR con una resolución de 2 m (Figura 7).

Concretamente, los modelos “Red Relief Image Map” (RRIM) abordan superar las limitaciones existentes en los modelos de curvas de nivel y los modelos sombreados a la hora de mostrar los detalles finos del relieve y la alteración de la percepción de la convexidad y la concavidad con los cambios de dirección de la luz incidente.

La técnica “Red Relief Image Map” (RRIM) mejora la visualización de los datos topográficos de alta resolución de tal manera que; (1) la pendiente se representa mediante una rampa de color rojo de intensidad creciente; y (2) la apertura topográfica (concavidad y convexidad) mediante el brillo, permitiendo diferenciar las zonas de cresta (brillantes) y de valle (oscuros).

Por lo tanto, esta técnica RRIM tiene la ventaja de eliminar la dependencia de la dirección de la luz incidente para la correcta percepción de la concavidad/convexidad del terreno, evitando, además, que ninguna zona se encuentre oculta por las sombras.



Figura 7. Modelo RRIM realizado en la superficie de las parcelas analizadas.

- (3) Una exhaustiva revisión de campo durante una campaña en la que se recorrió la totalidad de las parcelas investigadas.

Igualmente, tras la inspección de campo, todos los datos y fotografías aéreas analizadas han sido ortorrectificadas y todos los datos espaciales han sido georreferenciados e incorporados en un SIG para hacer comparaciones directas con la superficie de las parcelas investigadas.

La interpretación cartográfica realizada nos ha permitido dilucidar la presencia de una dolina sobre la superficie de la parcela localizada al sur del espacio comprendido entre el margen norte de la autovía A-68 y el Canal Imperial de Aragón, Parcela 4 (Figura 7). Además, aproximadamente 20 m al este del límite este de la parcela localizada entre el canal imperial y la autovía A-68 (parcela 3), se observa una superficie anómala con geometría circular que podría ser el resultado del desarrollo de un área subsidente.

La cartografía geológico-geomorfológica elaborada puede ser consultada en los Apéndices II y III.

### **2.3.- PROSPECCIÓN DEL TERRENO**

Con el objetivo de determinar las características geotécnicas preliminares de las superficies de las tres parcelas analizadas en este informe, posteriormente a la revisión cartográfica y cartografía geológico-geomorfológica explicadas en el apartado anterior, se han perforado un total de 16 sondeos con recuperación de testigo, alguno de ellos sónico, se han ejecutado diez ensayos de penetración dinámica (D.P.S.H.) y se han excavado cinco calicatas.

Además, con la finalidad de caracterizar la dolina localizada en la superficie de la parcela situada al sur del espacio comprendido entre el margen norte de la autovía A-68 y el Canal Imperial de Aragón, Parcela 4, se excavaron dos trincheras.

A continuación, se da cuenta de los citados trabajos, cuya posición en planta se refleja en el Apéndice IV.

Cabe destacar que la posición de los trabajos para este informe preliminar ha quedado condicionada por: (1) la obtención de permisos para su ejecución en las proximidades de la autovía A-68 y autopista AP-68; (2) la incertidumbre existente durante la ejecución de los trabajos en cuanto al emplazamiento definitivo de los edificios.

### 2.3.1.- Ensayos de penetración dinámica D.P.S.H.

Durante las jornadas que comprenden los días del 28 al 30 de mayo del 2025 se llevaron a cabo diez ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H., P-1 a P-10.

El ensayo consiste en la hinca mediante golpeo de un tren de varillas, en cuyo extremo se coloca una puntaza de sección circular. La prueba se detiene cuando no se obtiene una penetración de 20 cm para 100 golpes o cuando se obtienen golpes mayores que 75 en tres tramos de 20 cm consecutivos, alcanzando lo que se denomina “rechazo”.

El ensayo de penetración dinámica D.P.S.H. se ejecutó mediante un penetrómetro automático ROLATEC según la norma UNE-EN ISO 22476-2 (“Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica”) con las siguientes características:

Masa de la maza	63,5 kg ( $\pm 0,5$ kg)
Altura de caída	75,0 cm ( $\pm 2,0$ cm)
Relación longitud/diámetro de la maza	$\geq 1$ y $\leq 2$
Masa máxima del yunque	30,0 kg
Longitud de la varilla	1,0 m
Diámetro exterior de la varilla	35,0 mm
Masa máxima varilla + niple	8,0 kg/m
Desviación máxima en primeros 5 m	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m	2 %
Sección de la puntaza	Circular
Área de la puntaza	20,0 cm <sup>2</sup>
Ángulo de la punta	90°
Conteo de golpes cada N	20,0 cm

El gráfico con los golpes obtenidos para cada tramo de 20 cm se adjunta en el Apéndice V.

La profundidad final alcanzada, coincidente con la obtención del rechazo, y coordenadas del ensayo se adjuntan en la siguiente tabla.

Ensayo	X	Y	Z	Profundidad (m)
P-1	644545	4630448	253	3.16
P-2	644475	4630376	253	2.15
P-3	644486	4630347	253	1.32
P-4	644403	46303637	250	3.96
P-5	644455	4630314	253	2.94
P-6	644331	4630388	251	0.81
P-7	644381	4630428	249	1.23
P-8	644419	4630476	249	1.82
P-9	644311	4630471	249	1.71
P-10	644437	4630545	249	4.56

### 2.3.2.- Sondeos mecánicos y sínicos

Durante las jornadas que abarcan los días desde el 16 de mayo al 4 de junio del 2025, se han llevado a cabo un total de 16 sondeos, tanto mecánicos como sínicos, con obtención continua de testigo. Para la perforación se ha utilizado una sonda sínica SRS-120 DUO montada sobre orugas y una sonda rotativa TECOINSA TP-50 montada sobre camión, alcanzando una profundidad máxima de 12,00 m.

Los sondeos se perforaron mediante perforación sínica y mecánica, en seco y con adición de agua, empleando batería simple con coronas de widia de hasta 113 mm de diámetro.

En la siguiente tabla se ofrecen tanto las coordenadas aproximadas como la profundidad final alcanzada en los sondeos:

Sondeo	X	Y	Z	Profundidad (m)
S-1	643829	4630471	256	12.00
S-2	643898	4630360	264	9.00
S-3	644088	4630269	267	8.00
S-4	644083	4630165	266	8.00
S-5	644330	4629940	261	12.00
S-6	644320	4629788	262	8.00
S-7	644441	4629751	260	12.00

Sondeo	X	Y	Z	Profundidad (m)
S-8	643963	4630328	266	9.00
S-9	644300	4629889	262	12.00
S-10	644554	4630475	253	7.96
S-11	644484	4630404	254	12.00
S-12	644499	4630514	250	12.00
S-13	644444	4630354	253	9.00
S-14	644472	4630335	353	9.00
S-15	644362	4629699	262	12.00
S-16	644360	4629819	261	8.00

Para obtener un orden de magnitud sobre la capacidad portante del terreno, se han realizado durante la perforación ensayos estándar de penetración (S.P.T.) a distintas profundidades.

El ensayo S.P.T. consiste en contar el número de golpes necesario para hincar 30 cm (15+15) un tomamuestras, de 2" x 1 3/8" de diámetro con tubo bipartido, normalizado, mediante golpeo de una maza de 63,5 kg de peso que cae desde una altura de 75 cm.

Para realizar el ensayo se marcan en el varillaje 60 cm en tramos de 15 cm, contándose los golpes para los 30 cm centrales (valor de  $N_{SPT}$ ). Se considera que se obtiene rechazo y se suspende el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se introducen los 30 cm en su totalidad o cuando tras dar 50 golpes el tomamuestras no se ha introducido 15 cm.

Los ensayos se realizaron con un penetrómetro automático siguiendo la norma UNE-EN ISO 22476-3 ("Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 3: Ensayo de penetración estándar").

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	$N_{SPT}$
S-1	1.80-2.40	15-16-20-23	36
	4.20-4.80	4-8-10-13	18
	7.80-8.40	7-47-30-31	77
	10.20-10.60	25-50-R	Rechazo
S-2	1.80-2.40	14-10-21-23	31
	5.24-5.84	13-18-25-35	43
	8.40-8.54	R	Rechazo

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N <sub>SPT</sub>
S-3	4.00-4.60	13-16-15-25	31
S-4	1.80-1.83	R	Rechazo
	4.00-4.10	R	Rechazo
S-5	2.00-2.60	18-32-45-50	77
S-6	1.20-1.31	R	Rechazo
	4.00-4.10	R	Rechazo
S-7	1.80-2.40	16-14-17-27	31
	4.90-5.50	18-9-12-16	
	8.00-8.60	9-23-24-31	47
	10.00-10.60	14-18-19-24	37
S-8	1.80-2.40	6-6-8-10	14
	4.20-4.80	6-15-13-22	28
	7.20-7.80	5-8-10-14	18
S-9	1.80-2.40	12-42-43-48	85
	6.00-6.07	R	Rechazo
S-10	1.20-1.80	4-4-4-9	8
	4.80-5.40	17-12-15-22	27
	7.68-7.96	36-R	Rechazo
S-11	1.20-1.80	27-34-42-46	76
	6.60-6.69	R	Rechazo
S-12	1.20-1.80	6-8-9-11	17
	4.80-5.40	15-14-18-25	32
	7.40-8.00	16-11-12-14	23
	11.40-11.45	R	Rechazo
S-13	1.80-2.40	20-12-17-21	29
	4.00-4.10	R	Rechazo
	8.00-8.05	R	Rechazo
S-14	1.80-2.40	19-22-30-32	52
	4.00-4.10	R	Rechazo
S-15	1.20-1.73	21-41-46-r	87
	4.00-4.60	6-9-13-17	22
	10.00-10.60	25-38-40-42	78
S-16	1.80-2.40	28-38-44-53	82

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N <sub>SPT</sub>
S-16	4.00-4.60	25-36-40-R	76

Además, durante la perforación se efectuó la toma de muestras inalteradas del terreno (MI-N.º). El muestreo se realizó introduciendo un tomamuestras GMPV de pared gruesa en cuyo interior se aloja un tubo de PVC donde se introduce el testigo. La hincia se produce mediante golpeo con una maza de 63,5 kg de peso que cae desde 75 cm de altura. Seguidamente se detalla la profundidad y golpes requeridos cada 15 cm de avance:

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo
S-1	MI-1	1.20-1.80	22-16-17-28
	MI-2	7.20-7.80	10-16-25-38
S-2	MI-1	1.20-1.80	22-19-24-23
	MI-2	4.80-5.24	17-33-R
S-3	MI-1	1.80-2.40	11-17-20-25
S-4	MI-1	6.00-6.43	26-49-R
S-5	MI-1	2.00-2.60	43-R
S-7	MI-1	4.30-4.90	7-14-18-22
S-8	MI-1	1.20-1.80	9-12-17-21
S-9	MI-1	8.00-8.26	26-R
S-10	MI-1	2.40-3.00	11-14-18-18
	MI-2	7.40-7.68	22-R
S-12	MI-1	4.20-4.80	26-18-29-34
S-15	MI-1	6.00-6.60	15-21-32-36
S-16	MI-1	6.00-6.43	26-49-R

Por último, directamente del testigo obtenido durante la perforación se realizó la toma de diferentes muestras alteradas (MA-n.º). En la siguiente tabla se detalla la nomenclatura y profundidad de muestreo:

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)
S-4	MA-1	1.80-2.40
S-5	MA-1	2.60-3.00

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)
S-11	MA-1	3.30-3.80
	MA-2	8.40-9.00
S-13	MA-1	4.20-4.80
S-14	MA-1	1.20-1.80

En el Apéndice VI se incluye la columna litológica deducida a partir de la testificación y las fotografías del testigo obtenido.

### 2.3.3.- Calicatas

El día 16 de septiembre de 2025, se excavaron un total de cinco calicatas mediante retroexcavadora tipo mixta en distintos emplazamientos dentro de la parcela localizada al sur del espacio comprendido entre el margen norte de la autovía A-68 y el Canal Imperial de Aragón, Parcela 4.

Las catas, con profundidades que varían en un rango entre 1,70 a 3,05 m, fueron realizadas con el objetivo de muestrear los materiales existentes y obtener información referente a la excavabilidad, estabilidad de las paredes, grado de humedad, etc.

La profundidad alcanzada y las coordenadas aproximadas de cada calicata fueron las siguientes:

Cata	Profundidad (m)	X	Y	Z
C-1	3.05	644585	4629996	260
C-2	2.80	644771	4629985	263
C-3	1.70	644691	4629787	257
C-4	2.30	644904	4629929	255

Cata	Profundidad (m)	X	Y	Z
C-5	1.80	644833	4630148	252

En el Apéndice VII se muestra el perfil litológico de las catas, junto con la descripción y fotografías de las paredes y material excavado.

Directamente de las paredes de las calicatas, se efectuó la toma de muestras alteradas e inalteradas representativas de los materiales expuestos. La nomenclatura, tipología y cota de muestreo se detallan en la siguiente tabla:

Cata	Tipología	Sigla	Profundidad (m)
C-1	Muestra alterada	MA-1	1.00-3.05
C-2	Muestra alterada	MA-1	0.35-1.30
	Muestra alterada	MA-2	1.30-2.80
C-3	Muestra alterada	MA-1	0.30-1.40
	Muestra alterada	MA-2	1.40-1.70
C-4	Muestra alterada	MA-1	0.30-0.90
	Muestra alterada	MA-2	0.90-2.30
C-5	Muestra alterada	MA-1	0.90-1.80

### 2.3.4.- Trincheras

Con el objetivo de caracterizar la dolina localizada en la superficie de la parcela situada al sur del espacio comprendido entre el margen norte de la autovía A-68 y el Canal Imperial de Aragón, Parcela 4, durante la jornada del 15 de septiembre del 2025 se excavaron dos trincheras de forma perpendicular a los límites cartográficos de la dolina, concretamente en el sector suroeste y en el sector noreste.

A continuación, se describen las citadas trincheras, cuya posición en planta se refleja en el Apéndice IV.

La profundidad máxima alcanzada y las coordenadas aproximadas de inicio y fin de cada trinchera fueron las siguientes (ETRS89/ZONE 30N):

Cata	Profundidad (m)	X <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub>	X <sub>f</sub>	Y <sub>f</sub>
Trinchera 1	2.40	644636	4629888	644622	4629877
Trinchera 2	2.40	644655	4629901	644646	4629896

En el Apéndice VIII se muestra el perfil litológico de las trincheras, junto con las fotografías de las paredes y material excavado.

#### 4.2.1. Trinchera 1

La Trinchera 1 fue excavada de forma perpendicular al límite suroeste de la traza cartográfica de la dolina con el objetivo de precisar el límite de la dolina en este sector y realizar su caracterización (Figura 8). Cabe destacar que la longitud de esta trinchera quedó condicionada a respetar la distancia de seguridad y servidumbre (aproximadamente 100 m) entre la excavación y la autovía A-68.



Figura 8. Excavación de la Trinchera 1.

La excavación, con 17,5 m de longitud, hasta 2,40 m de profundidad y orientación aproximada N045E, expuso materiales antrópicos relativos a un relleno, materiales constituyentes del recubrimiento cuaternario y materiales referentes al sustrato terciario, concretamente: (1) Unidad 1, relleno: se trata de materiales antrópicos de diversa índole entre los que destacan los bolos trabados por una matriz limo-arenosa que contienen restos de plásticos, hormigón, trapos y abundante materia orgánica; (2) Unidad 2, grava cementada: constituido por una grava con cantos subredondeados a subangulosos, heterométricos (hasta 10 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos), con matriz muy cementada de color beige; (3) Unidad 3, sustrato terciario: implica materiales formados por arcilla margosa gris con pasadas de pequeños niveles de caliza muy brechificada. A techo del nivel se desarrolla un pequeño paquete de limo beige fruto de la alteración de los materiales anteriormente descritos; (4) Unidad 4, Gravas y limos: Se trata de un nivel compuesto por grava y limo que únicamente queda expuesto en el límite sur de la trinchera.

Las relaciones estratigráficas y estructurales expuestas en la trinchera muestran una clara flexión del conjunto de los materiales hacia el centro de la depresión. Además, se ha podido observar un muy evidente aumento de espesor del nivel de relleno antrópico (Nivel 1) hacia el centro de la dolina y una clara disposición en onlap (traslape superior) hacia el margen. Esta disposición evidencia que la dolina en este sector experimenta un desplazamiento progresivo y que su tamaño ha ido aumentando hacia el exterior. Por último, en el límite sur de la trinchera, se ha podido comprobar la presencia de una fractura que pone en contacto

mecánico materiales del sustrato (Unidad 3) con gravas y limos relativos al recubrimiento cuaternario (Unidad 4). Esta relación estructural se ha interpretado como la presencia de un paleocolapso no activo en este sector de la parcela.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las relaciones estratigráficas y estructurales observadas, podemos establecer el límite suroeste de la dolina en el área en el que se observa que las capas relativas al sustrato terciario (Unidad 3) no están flexionadas, justo donde se produce el contacto mecánico entre los materiales del recubrimiento cuaternario (Unidad 4) y los propios del sustrato terciario (Unidad 3).

#### 4.2.2. Trinchera 2

En este caso la Trinchera 2 fue excavada de forma perpendicular al límite noreste de la traza cartográfica de la dolina igualmente con el objetivo de precisar el límite de la estructura en este sector y realizar su caracterización (Figura 9).



Figura 9. Excavación de la Trinchera 2.

La excavación, con 10,60 m de longitud, hasta 2,40 m de profundidad y orientación aproximada N035 E, expuso materiales relativos al recubrimiento cuaternario y los propios de un relleno antrópico, concretamente: (1) Unidad 1, relleno: se trata de materiales antrópicos de diversa índole entre los que destacan los bolos trabados por una matriz limo-arenosa que contienen restos de plásticos, hormigón y trapos. En la base de este nivel se observó la

presencia de un nivel con abundante contenido en materia orgánica carbonizada que constituyó un nivel guía. (2) Unidad 2, gravas: constituido por gravas con cantos subredondeados a subangulosos, heterométricos (hasta 12 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos), con matriz arenosa beige que, en los niveles, se encontraba cementada.

Las relaciones estratigráficas y estructurales expuestas en la trinchera muestran claramente un plano de rotura que establece un contacto mecánico entre los materiales cuaternarios relativos a la Unidad 2 y el relleno antrópico constituyente de la Unidad 1. Además, los materiales de la Unidad 1 quedan flexionados en el entorno próximo al plano de rotura formando un pliegue de arrastre, lo que evidencia un evento de desplazamiento posterior al vertido de estos (Figura 10).



Figura 10. Plano de rotura y contacto mecánico entre las Unidades 1 y 2.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las relaciones estratigráficas y estructurales observadas en la trinchera, podemos establecer el límite noreste de la trinchera en el plano de rotura que pone en contacto mecánico los materiales relativos al recubrimiento cuaternario (Unidad 2) y el relleno antrópico (Unidad 1).

## 2.4.- ENSAYOS DE LABORATORIO

A partir de muestras obtenidas en el sondeo representativas del terreno se ha procedido a ensayar:

- Granulometría (UNE 103.101)
- Límites de Atterberg (UNE 103.103-4)
- Humedad (UNE 103.300)
- Colapso (NLT 254/UNE 103.406)
- Proctor modificado (UNE 103.501)
- CBR (UNE 103.502)
- Hinchamiento libre (UNE 103.601)
- Sulfatos solubles (UNE 103.201)
- Materia orgánica (UNE 103.204)
- Sales solubles (UNE 103.205)
- Yesos (NLT-115/UNE 103.206)
- Acidez Baumann-Gully (UNE EN 16502)

Los valores resumen de cada ensayo se reflejan en la siguiente tabla:

S/C	Prof. (m)	Granulometría		L. Atterberg		USCS	Índice de colapso (%)	Hinch. Libre (%)	Sulfato mg SO <sub>4</sub>	Proctor modificado		CBR				S.S (%)	MO (%)	Yesos (%)	Acidez Bau.	Parcela
		T <sub>5</sub>	T <sub>0,08</sub>	LL	IP					Dens. Máx. (g/cm <sup>3</sup> )	%w óptima	95%	98%	100%	Hinch.					
S-1	De 1.20- 1.80 m	100	82.6	36.7	18.1	CL	3.42		<100										<2	(1)
	De 7.20- 7.80 m	100	99.5	58.0	34.2	CH	0.35		<100										4	(1)
S-2	De 1,20- 1,80 m	93	77.5	23.8	6.6	CL- ML		0.20	<100										<2	(1)
S-3	De 1.80- 2.40 m	98	88.2	54.7	26.5	CH		3.23	<100											(1)
S-4	De 1.80- 2,40 m	25	14.9	18.7	5.6	GC			<100											(1)
S-5	De 2.60- 3.00 m	50	11.4	NP	NP	GW- GM			<100										<2	(2)

S/C	Prof. (m)	Granulometría		L. Atterberg		USCS	Índice de colapso (%)	Hinch. Libre (%)	Sulfato mg SO <sub>4</sub>	Proctor modificado		CBR				S.S (%)	MO (%)	Yesos (%)	Acidez Bau.	Parcela
		T <sub>5</sub>	T <sub>0,08</sub>	LL	IP					Dens. Máx. (g/cm <sup>3</sup> )	%w óptima	95%	98%	100%	Hinch.					
S-7	De 4,30- 4,90 m	100	98.3	53.6	28.6	CH		4.95	<100										<2	(2)
S-8	De 1.20- 1.80 m	94	78.2	57.6	30.9	CH		2.35	986											(1)
S-9	De 1.80- 2.40 m	69	39.8	35.2	17.7	GC			<100										<2	(2)
S-10	De 2.40- 3.00 m	96	67.8	32.2	17.4	CL	1.05		<100										<2	(3)
S-11	De 3.30- 3.80 m	52	18.0	15.6	2.8	GM			<100										<2	(3)
S-12	De 4.20- 4.80 m	97	89.3	27.7	11.8	CL			<100											(3)

S/C	Prof. (m)	Granulometría		L. Atterberg		USCS	Índice de colapso (%)	Hinch. Libre (%)	Sulfato mg SO <sub>4</sub>	Proctor modificado		CBR				S.S (%)	MO (%)	Yesos (%)	Acidez Bau.	Parcela
		T <sub>5</sub>	T <sub>0,08</sub>	LL	IP					Dens. Máx. (g/cm <sup>3</sup> )	%w óptima	95%	98%	100%	Hinch.					
S-13	De 4.20- 4.80 m	37	8.6	NP	NP	GP- GM			<100											(3)
S-15	De 6.00- 6.60 m	100	98.9	66.9	36.2	CH		1.17												(2)
S-16	De 4.00- 4-60 m	88	60.3	NP	NP	ML			<100											(2)
C-1	De 1.00- 3.05	89	42.8	NP	NP	SM			1010	2.05	8.8	12	17	23	No	0.14	0.18	<0.1		(4)
C-2	De 0.35- 1.30	69	35.6	28.6	7.4	SC			1003	1.91	10.2	19	26	33	0.2	0.20	0.26	<0.1		(4)
	1.30- 2.80	70	39.2	37.6	14.7	SC			1470	1.82	15.8	16	23	31	0.4	0.19	0.12	0.27		(4)
C-3	0.30- 1.40	97	38.9	NP	NP	SM			918	2.10	7.7	11	17	24	No	0.13	0.15	<0.1		(4)
C-4	0.90- 2.30	39	18.1	31.0	12.1	GC			526	2.16	8.4	32	43	53	0.1	0.03	0.13	<0.1		(4)

El boletín de ensayos junto con los resultados obtenidos se adjunta en Apéndice IX.

### 3.- MARCO GEOLÓGICO

La superficie analizada en este trabajo se encuentra localizada en el sector centro-este del término municipal de Luceni (Zaragoza), próximas al límite del término municipal con Pedrola (Zaragoza).

Desde un punto de vista geológico, el área investigada se sitúa en el sector central de la Cuenca del Ebro, la cual constituye la cuenca de antepaís sur de los Pirineos. Aquí, el valle del río Ebro ha sido excavado sobre sedimentos evaporíticos oligo-miocenos de la formación Zaragoza, los cuales constituyen los materiales del sustrato (Figura 11).

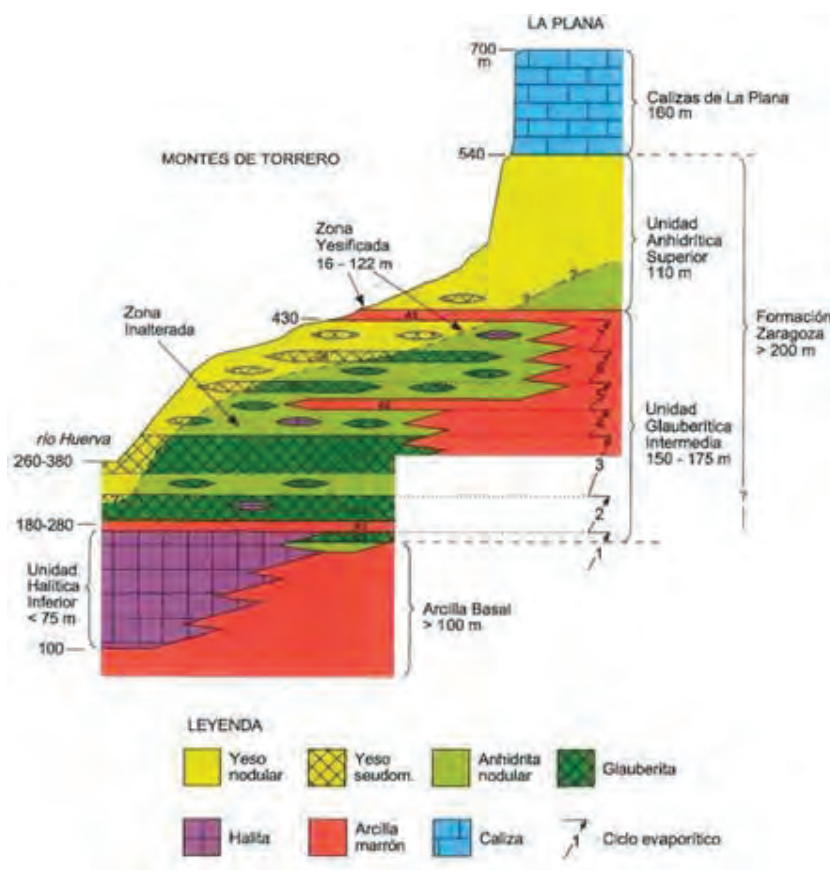


Figura 11. Corte esquemático de la Fm. Zaragoza. Tomado de Salvani (2009).

En base a la testificación de sondeos realizados para la prospección petrolífera, se han distinguido dos unidades constituyentes de la Fm. Zaragoza, cuyo contacto se localiza aproximadamente a 350-400 m de profundidad desde el fondo del valle del río Ebro. El miembro superior, con hasta 600 m de espesor, está formado en su base por un paquete

inicial de hasta 140 m formado por margas y arcillas que hacia techo pasan a una potente sucesión evaporítica cuya parte superior queda expuesta en superficie (Figura 11). A partir de la testificación y correlación de diferentes sondeos realizados a lo largo del valle del río Ebro, concretamente desde el embalse de La Loteta hasta la ciudad de Zaragoza, esta sucesión evaporítica superior ha sido subdividida en cuatro secuencias litoestratigráficas, concretamente: (1) Unidad magosa-anhidrítica; (2) Unidad halítica; (3) Unidad halítico-glauberítica; y (4) Unidad anhidrítica. Sin embargo, En afloramiento, la formación Zaragoza presenta yeso secundario ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), con espesores superiores a 100 m, derivado de la sustitución de la glauberita (disolución incongruente) y la anhidrita (hidratación).

En general, estos sedimentos terciarios muestran una disposición subhorizontal, aunque localmente presentan una intensa deformación producto del desarrollo de fenómenos de subsidencia debidos a la karstificación interestratal del sustrato.

Por encima de estos materiales, como consecuencia del encajamiento del valle del río Ebro y su afluente por la margen derecha, el barranco El Bayo, se ha desarrollado una cobertera detrítica que, en el área investigada, está representada por distintos niveles de terraza (Figura 12).



Figura 12. Mapa geológico-geomorfológico de la zona de estudio.

Desde un punto de vista geomorfológico, en este sector el valle del río Ebro posee un patrón meandriforme con orientación ONO-ESE y una marcada geometría asimétrica. En la margen norte domina un prominente escarpe en yesos y tan solo se preservan algunos retazos de las terrazas más recientes. Adosados al escarpe se desarrollan abanicos aluviales, pequeños glaciares de acumulación en la zona de interabanicos que solapan los depósitos de terraza y diferentes tipos de movimientos de ladera. En la margen sur, sobre la que se localiza el área estudiada, se ha desarrollado una secuencia escalonada de glaciares y terrazas en la que se pueden distinguir hasta 10 niveles, incluyendo la llanura de inundación, claramente engrosados por la subsidencia sinsedimentaria. Los niveles de terraza se encuentran disectados por una red de drenaje formada principalmente por barrancos de fondo plano, en el caso que nos ocupa el barranco del Bayo, cuya geometría queda condicionada y controlada por las depresiones kársticas (p.ej. la depresión cerrada de La Loteta).

El barranco del Bayo, afluente del río Ebro por la margen derecha y cuyo cauce atraviesa el área analizada en este trabajo por el sector sur, también ha desarrollado una secuencia de terrazas a lo largo de su valle que son correlacionables con el sistema de terrazas del río Ebro aplicando criterios cartográficos.

Cabe destacar que el barranco del Bayo constituye una cuenca hidrográfica importante con régimen esporádico que, en avenidas extraordinarias puede transportar grandes cantidades de agua. Por ello, fruto de su dinámica, próximo al límite este de las parcelas analizadas se ha desarrollado un importante depósito de abanico aluvial.

Las superficies de las parcelas analizadas en este informe se encuentran localizadas sobre los niveles de terraza T-7 y T-8, localizados aproximadamente entre 32-37 m y 50 m sobre el cauce actual, respectivamente. Los depósitos de terraza destacan por una composición litológica en la que predominan los depósitos de grava con cantos subredondeados, heterométricos y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos), con matriz generalmente arenosa. Puede ocurrir que, en determinadas zonas, las gravas se encuentren formando niveles fuertemente cementados formando un caliche o mallacán. Intercalados entre los niveles de grava es frecuente la aparición de niveles lenticulares de limo y arena con geometría canaliforme y disposición irregular, cuya extensión lateral y vertical puede alcanzar proporciones importantes.

Además, consecuencia de la dinámica del barranco del Bayo, a partir del límite norte de las parcelas analizadas en este informe se ha desarrollado un potente abanico aluvial sobre el que transcurre uno de los viales de acceso. Este tipo de depósitos están formados por depósitos muy heterogéneos que abarcan desde materiales granulares (gravas y arenas) próximos al ápice, como materiales cohesivos (limos y arcillas) en las zonas distales. Además, en el sector sur de las parcelas 2 y 4, allí donde la superficie de estas coincide con el desarrollo del barranco El Bayo, podemos encontrar materiales relacionados con la dinámica del barranco de fondo plano, constituidos fundamentalmente por limos.

Por último, fruto de la actividad antrópica, sobre todo movimientos de tierras asociados a la reciente construcción de la autovía A-68, se han detectado diferentes zonas en las que aparece un nivel superficial, formado por materiales de relleno de origen antrópico de espesor variable. Por debajo de este nivel antrópico se ha podido comprobar que, una vez terminada la explotación, se pueden encontrar materiales del sustrato terciario a profundidades someras.

#### **4.- ANÁLISIS DE RIESGOS GEOLÓGICOS**

Entendemos como riesgo geológico a la posibilidad de que se produzca la interacción entre cualquier circunstancia, proceso o efecto geológico que genere un daño en los bienes o las personas. Atendiendo al tipo de agente que desencadena el proceso geológico podemos clasificar los riesgos geológicos en diferentes tipos, siendo los principales a los que puede estar sometido el proyecto de instalación del centro de datos que compete a este informe los siguientes: (1) Riesgo de subsidencia por procesos kársticos, dolinas; (2) riesgo por avenidas o inundaciones; (3) riesgo de hinchamiento/colapso; (4) riesgo sísmico y (5) exposición al radón.

##### **4.1.- RIESGO DE SUBSIDENCIA POR PROCESOS KÁRSTICOS, DOLINAS**

Actualmente, el desarrollo de dolinas a consecuencia de la disolución interestratal de las evaporitas presentes en los materiales del sustrato mioceno constituye el principal riesgo geológico en la localidad de Luceni (Zaragoza) y su entorno, englobando la superficie analizada en este informe.



La excavación de las trincheras nos ha permitido establecer con precisión los límites de la dolina. Posteriormente, a la hora de determinar el área afectada, se ha trazado un círculo cuyo diámetro atraviesa los dos puntos establecidos en sendas trincheras y engloba la traza cartográfica determinada en la cartografía geológica-geomorfológica. Con esto, se ha podido determinar que el espacio afectado por la dolina constituye un área de 785 m<sup>2</sup> (Apéndice X).

Por último, se ha establecido una distancia de seguridad de 30 m hacia el exterior a partir de los límites de la trinchera establecidos mediante la aplicación de la técnica del *Trenching*, ocupando un área total de 6.594 m<sup>2</sup>, en los que se recomienda no realizar ningún tipo de actuación urbanística (Apéndice X).

#### 4.2.- RIESGO POR AVENIDAS O INUNDACIONES

Además, dado que el sector sur de la superficie analizada queda localizada junto al cauce del barranco del Bayo, afluente del río Ebro por la margen derecha, debe evaluarse el riesgo por avenidas o inundaciones (Figura 13). Este riesgo viene derivado por la posibilidad de que se produzca la sumersión temporal de terrenos normalmente secos como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que es habitual en la zona.

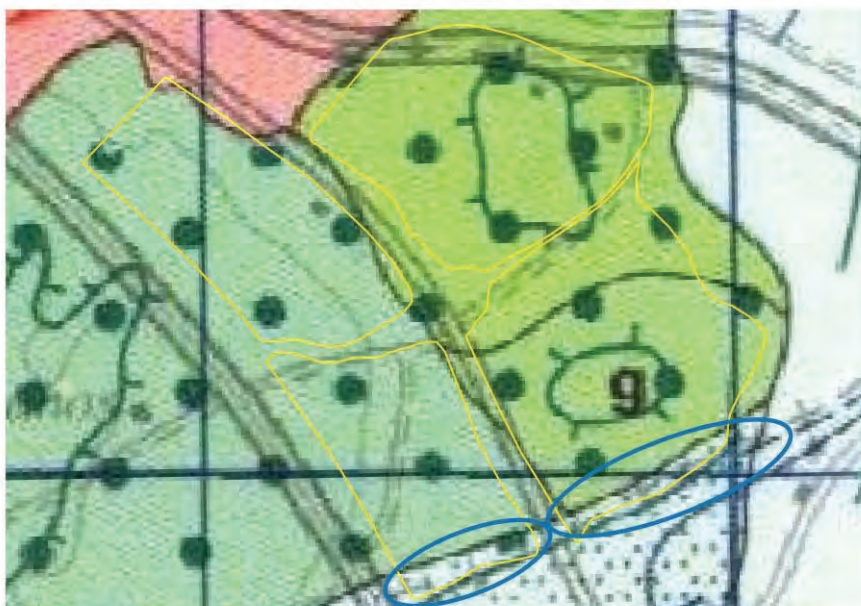


Figura 13. Mapa geomorfológico de España (E. 1:50.000) sobre el que se han superpuesto las superficies analizadas en este trabajo. En amarillo se señala la zona de interferencia entre la llanura de inundación del barranco El Bayo y el límite sur de la superficie analizada.

En este caso, el límite sur de la superficie en la que se pretende instalar el complejo industrial-logístico lo constituye el cauce del barranco del Bayo, existiendo una diferencia de cota aproximada entre el cauce (aprox. 256 m) y el sector más elevado de la superficie en la parcela (aprox. 263 m) de 7 m, quedando parte de esta dentro de la llanura de inundación del barranco (Figura 13).

Según los datos disponibles en la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), el área analizada no está catalogada como inundable para los periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años. Sin embargo, puede suceder que en esta zona no existan datos y no haya sido evaluada por la citada confederación, por lo que, dado que parte de la superficie queda localizada sobre la llanura de inundación del del barranco, deben acometerse los estudios de inundabilidad pertinentes en esa zona.

#### **4.3.- RIESGO DE HINCHAMIENTO/COLAPSO**

Los suelos expansivos son aquellos que aumentan de volumen cuando varía su contenido en humedad. La expansividad de los minerales de la arcilla se puede producir por diversos procesos, entre los que se encuentran la adsorción de moléculas de agua y la hidratación de los cationes.

Dada la presencia de niveles de naturaleza lutítica en el sustrato, y con el fin de evitar posibles cambios de volumen de los mismos debido a variaciones en la humedad natural, es muy importante evitar que en el terreno de apoyo se modifique excesivamente su humedad natural.

En cualquier caso, y con carácter general, conviene seguir una norma de buena práctica para minimizar cualquier efecto de la expansividad de los materiales, de tal forma que, una vez abierta la excavación y verificado el terreno de apoyo de las cimentaciones en lutitas, se proceda al vertido del hormigón de limpieza a la mayor brevedad posible de cara a evitar disminuciones de humedad por desecación superficial.

La colapsabilidad hace referencia a la disminución brusca del volumen de un suelo de naturaleza limosa, debida a un aumento de humedad del mismo, provocando bien el hundimiento (colapso) de la estructura del suelo, bien la erosión subsuperficial del mismo y la

formación de conductos (*piping*) que pueden llegar a colapsar. Este proceso puede desarrollarse fundamentalmente sobre limos cuaternarios de fondo de val.

#### **4.4.- RIESGO SÍSMICO**

Para la consideración de la acción sísmica en los términos municipales de Luceni y Pedrola (Zaragoza), es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02), publicada en el BOE el 11 de octubre de 2002. Dicho término municipal no figura en la relación del Anejo 1 de la citada Norma, de modo que la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) se considera inferior a 0,04 g.

#### **4.5.- EXPOSICIÓN AL RADÓN**

Para la consideración de la necesidad de disponer soluciones de cara a limitar el riesgo de exposición de los usuarios a concentraciones inadecuadas de radón procedente del terreno en el interior de los locales habitables, es de aplicación el Código Técnico de la Edificación CTE DB-HS Sección 6: Protección frente a la exposición al radón, publicada en el BOE el 27 de diciembre de 2019. El término municipal de Luceni (Zaragoza) figura en la relación del Apéndice B de la citada norma, dentro del conjunto Municipios Zona I.

De acuerdo al artículo 3 de la citada norma, "*Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia*", para el término municipal de Luceni (Zaragoza), se deberán verificar los subapartados 2 a 4 de dicho artículo, así como disponer una barrera de protección, con las características indicadas en el CTE DB-HS Sección 6 apartado 3.1 "Barrera de protección", entre el terreno y los locales habitables del edificio, que limite el paso de los gases provenientes del terreno.

Alternativamente, se podrá disponer entre el terreno y los locales habitables del edificio una cámara de aire destinada a mitigar la entrada de gas radón a estos locales. En este caso, la cámara de aire deberá estar ventilada según las indicaciones contenidas en el CTE DB-HS Sección 6 apartado 3.2 "Espacio de contención ventilado", y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas, fisuras o discontinuidades entre los elementos y sistemas constructivos que pudieran permitir el paso del radón.

## 5.- HIDROGEOLOGÍA

La hidrogeología del área estudiada se caracteriza por la presencia de dos acuíferos principales interconectados y no confinados: 1) el acuífero aluvial, desarrollado en los materiales de la cobertera cuaternaria; 2) el acuífero kárstico, desarrollado en los materiales del sustrato evaporítico, cuya descarga se realiza en el anterior.

Por lo tanto, los materiales cuaternarios presentes en el entorno de Luceni (Zaragoza) constituyen un potencial acuífero libre donde la permeabilidad se produce por porosidad intergranular. Se encuentran incluidos dentro de la Masa de Agua Subterránea (M.A.S.) “Aluvial del Ebro. Tudela-Gelsa”.

La dinámica del acuífero kárstico desarrollado en el sustrato evaporítico karstificado es muy poco conocida en la actualidad. La tendencia clásica ha sido asumir que éste se comporta como un acuitardo, sin embargo, los estudios más recientes plantean que éste tiene una permeabilidad considerable relacionada con los procesos de disolución. La recarga del acuífero evaporítico se realiza a través de la infiltración de agua de riego y precipitación en afloramientos rocosos y en depósitos aluviales localizados en los márgenes del valle.

De este modo, el agua subterránea que fluye a través de los materiales del sustrato evaporítico va aumentando su mineralización de manera progresiva, descargando finalmente en los materiales cuaternarios que componen la llanura aluvial.

En el inventario de puntos de agua subterránea (IGME, CHE), existen varios puntos de agua localizados en el entorno del área analizada en este informe. A continuación, se indica una tabla con la localización de cada uno de los puntos inventariados (coordenadas UTM ETRS89 HU30), tipo de punto de agua, denominación y un enlace a la ficha correspondiente de la CHE:

Nº inventario	X	Y	Z	Tipo	Denominación	Piezometría		Características
						Máx.	Min.	
2614-4-0017	644285	4629855	264	Sondeo	-	6,31	5	<a href="#">FICHAS_IPA/2614-4-0017_ipa.pdf</a>
2614-4-0024	644668	4629184	270	Sondeo	-	15	8	<a href="#">FICHAS_IPA/2614-4-0024_ipa.pdf</a>
2614-4-0052	644082	4630841	245	Sondeo	CANALES POL 8 PARC 523	2	2	<a href="#">FICHAS_IPA/2614-4-0052_ipa.pdf</a>

Los materiales de la cobertera cuaternaria destacan por su composición en facies de gravas, con permeabilidades que oscilan entre  $10^{-2}$  y  $10^{-4}$  m/s, y limos arenosos, con permeabilidades entre  $10^{-5}$  y  $10^{-9}$  m/s.

Los valores de la permeabilidad son orientativos, siguiendo los criterios indicados en la tabla D.28 del Documento Básico SE-C del CTE.

## **6.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS PRELIMINARES DE LOS MATERIALES**

A partir de los datos obtenidos, tanto en los trabajos de campo como en los ensayos de laboratorio, se definen de forma preliminar las características geotécnicas de los materiales investigados. Todas ellas deberán ser respaldadas por el informe geotécnico definitivo.

Tomando como base los sondeos, los ensayos de penetración dinámica, las calicatas y los ensayos de laboratorio, se han reconocido cinco unidades geotécnicas fundamentales: (1) Nivel 1: tierra vegetal/relleno; (2) Nivel 2: recubrimiento cuaternario, gravas; (3) Nivel 3: recubrimiento cuaternario, limos; (4) Nivel 4: recubrimiento cuaternario, arenas; y (5) Nivel 5: sustrato terciario, lutitas.

### **6.1.- UNIDAD 1: TIERRA VEGETAL/RELLENO**

Los materiales que componen este nivel, desde un punto de vista litológico, presentan una gran variedad en cuanto a su composición, identificando desde gravas con cantos angulosos y matriz arenosa a limos con abundantes cantos. En algunos de los casos, entre los materiales que componen este nivel, se han reconocido abundantes restos de materia orgánica y materiales de procedencia antrópica (como plásticos y trozos de hormigón).

Los materiales que componen este nivel han sido detectados en la totalidad de los sondeos y calicatas realizados para este informe, abarcando un rango de profundidad que: (1) en la Parcela 1 oscila entre 0,15 y 1,00 m, pudiéndose adoptar una media de 0,53 m; (2) en la Parcela 2 oscila entre 0,10 y 0,45, pudiéndose adoptar una media de 0,25 m; (3) para el caso de la Parcela 3 varía entre 0,25 y 2,40 m, pudiendo adoptar una media de 0,35 (descartando el valor más extremo dado su carácter puntual); y (4) en la parcela 4 oscila entre 0,30 y 0,35 m, pudiendo adoptar una media de 0,30 m.

El espesor de esta unidad identificado en cada uno de los sondeos queda reflejado en la siguiente tabla:

Sondeo	Rango de profundidad (m)	Parcela	Sondeo	Rango de profundidad (m)	Parcela
S-1	0.00-0.30	1	S-9	0.00-0.10	2
S-2	0.00-1.00	1	S-10	0.00-0.25	3
S-3	0.00-0.60	1	S-11	0.00-0.30	3
S-4	0.00-0.60	1	S-12	0.00-0.30	3
S-5	0.00-0.45	2	S-13	0.00-2.40	3
S-6	0.00-0.20	2	S-14	0.00-0.60	3
S-7	0.00-0.30	2	S-15	0.00-0.30	2
S-8	0.00-0.15	1	S-16	0.00-0.15	2

Además, el espesor de los materiales de esta unidad identificado en las calicatas realizadas en la Parcela 4 queda reflejado en la siguiente tabla:

Cata	Rango de profundidad (m)	Parcela
C-1	0.00-0.30	4
C-2	0.00-0.35	4
C-3	0.00-0.30	4
C-4	0.00-0.30	4
C-5	0.00-0.30	4

Este nivel tendrá que ser retirado completamente en las zonas en las que se prevea la ejecución de viales o en los lugares en los que se prevean edificaciones.

Dadas las características y procedencia de este nivel estos materiales resultarán fácilmente excavables con maquinaria convencional.

## 6.2.- UNIDAD 2: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO, GRAVAS

Los materiales de esta unidad pueden ser descritos desde un punto de vista litológico como gravas con cantos desde angulosos hasta subredondeados, heterométricos (alcanzando tamaños de hasta 10-15 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos), con matriz arenosa hasta limosa de tonalidades marrones a anaranjadas. Cabe destacar que en algunas ocasiones se ha podido identificar niveles en los que la matriz se encuentra cementada o parcialmente cementada (caliche o mallacán).

Los materiales que componen esta unidad han sido reconocidos en los sondeos y calicatas realizados para este informe para el rango de profundidad reflejado en las siguientes tablas:

Sondeo	Rango de profundidad (m)	Parcela	Sondeo	Rango de profundidad (m)	Parcela
S-1	0.30-1.20	1	S-11	0.30-2.90	3
	9.60-12.00*			3.30-8.40	
S-4	0.60-4.20	1		8.90-12.00*	
S-5	0.45-3.60	2	S-12	0.30-1.10	3
	4.25-8.10			9.60-12.00*	
	8.70-10.50		S-13	3.00-5.20	3
S-6	0.20-8.00*	2		6.00-9.00*	
S-7	0.30-1.80	2	S-14	0.60-9.00*	3
S-9	0.10-6.00	2	S-15	1.80-4.00	2
S-10	0.25-1.80	3	S-16	0.15-3.00	2
	4.00-6.85			3.60-3.90-	
	7.68-7.96*			4.90-8.00*	

\* Final de la profundidad reconocida

Cata	Rango de profundidad (m)	Parcela
C-3	1.40-1.70*	4
C-4	0.90-2.30*	4
C-5	0.30-1.80*	4

\* Final de la profundidad reconocida

Además, los materiales que componen este nivel han sido interpretados a partir de los datos obtenidos durante la ejecución de los ensayos de penetración dinámica D.P.S.H. realizados en la Parcela 3 para los rangos de profundidad reflejados en la siguiente tabla:

D.P.S.H.	Rango de profundidad (m)	Parcela
P-1	0.00-0.60	3
	2.00-3.16*	
P-2	0.80-2.15*	3
P-3	0.00-1.32	3
P-4	0.00-0.60	3
	3.00-3.96	
P-5	1.60-2.94*	
P-6	0.00-0.81*	
P-7	0.00-1.23*	

\* Final de la profundidad reconocida

Se han analizado seis muestras alteradas (MA-n.º y SPT-n.º) representativas de los materiales que componen esta unidad, recogidas directamente del testigo obtenido durante la perforación de los sondeos y durante la excavación de las calicatas.

Para el ensayo de identificación se han obtenido los siguientes resultados:

Muestra	Granulometría			Límites Atterberg			USCS
	% grava	% arena	% finos	L.L.	L.P.	I.P.	
S-4, de 1,80 a 2,40 m, MA-1	69	16.1	14.9	18.7	13.1	5.6	GC
S-5, de 2,60 a 3,00 m, MA-1	50	38.6	11.4	NP	NP	NP	GW-GM
S-9, de 1,80 a 2,40 m, SPT-1	31	29.2	39.8	35.2	17.5	17.7	GC
S-11, de 3,30 a 3,80 m, MA-1	48	34	18,0	15,6	12,8	2,8	GM
S-13, de 4,20 a 4,80 m, Ma-1	63	28.4	8.6	NP	NP	NP	GP-GM
C-4, de 0,90 a 2,30 m, MA-2	61	20.9	18.1	31.0	18.9	12.1	GC

Para la muestra alterada procedente de la calicata C-4 se han realizado ensayos de compactación. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

Muestra (m)	Proctor modificado		CBR			
	Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	% w óptima	95%	98%	100%	Hinchamiento (%)
C-4, de 0,90 a 2,30 m, MA-2	2.16	8.4	32	43	53	0.1

Además, en los materiales de las diferentes muestras, se ha ensayado el contenido en sulfatos solubles, sales solubles, materia orgánica, carbonatos y yesos. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

Muestra	Sulfatos mgSO <sub>4</sub> /kg	Sales solubles (%)	Materia orgánica (%)	Yesos (%)	Acidez Baumann ml/kg
S-4, de 1,80 a 2,40 m, MA-1	<100				
S-5, de 2,60 a 3,00 m, MA-1	<100				<2
S-9, de 1,80 a 2,40 m, SPT-1	<100				<2
S-11, de 3,30 a 3,80 m, MA-1	<100				<2
S-13, de 4,20 a 4,80 m, Ma-1	<100				
C-4, de 0,90 a 2,30 m, MA-2	526	0.03	0.13	<0.1	

Atendiendo a los resultados obtenidos para los ensayos de sulfatos (mg SO<sub>4</sub>/kg) los materiales que componen las muestras ensayadas no resultan agresivos al hormigón según el Código Estructural establecido por el Real Decreto 470/2021, BOE 10 de agosto de 2021.

La capacidad portante de este nivel es por lo general elevada, registrándose valores en los ensayos S.P.T. y D.P.S.H. que les asigna compacidad muy alta, con la excepción de los materiales de este nivel existentes en el Sondeo 10 (S-10) a los que los ensayos S.P.T. les asignan desde compacidad baja (N<sub>SPT</sub>=8) hasta muy alta, alcanzado rechazo, con un claro aumento con la profundidad.

Respecto a la caracterización de estos materiales como apoyo de explanada, se propone asimilarlos a la categoría de suelo “Tipo 3”, según la Norma 6.1-I.C. y, a efectos de aprovechamiento de materiales, como suelos SELECCIONADOS según PG-3, realizando un cribado previo para cumplir con la condición granulométrica.

Los materiales de este nivel resultan fácilmente excavables con retroexcavadoras convencionales, exceptuando los niveles cementados en los que será necesario el empleo del martillo hidráulico, manteniéndose temporalmente estables taludes subverticales para alturas de hasta 3 m, siempre en condiciones secas.

A efectos de posibles cálculos, de forma conservadora y preliminar, pueden considerarse los siguientes valores:

$$\gamma_{ap} \approx 21 \text{ kN/m}^3 = \text{Densidad aparente}$$

$$C' = 5 \text{ kN/m}^2 = \text{Cohesión efectiva}$$

$$\phi' = 38^\circ = \text{Ángulo de rozamiento interno efectivo}$$

$$E \geq 60 \text{ MPa} = \text{Módulo de deformación}$$

### **6.3.- UNIDAD 3: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO, LIMOS**

Los materiales que componen esta unidad pueden ser descritos como limo arenoso marrón con precipitados de sales blanquecinas y limo arcilloso marrón con abundantes precipitados de sales blanquecinas. Eventualmente entre los limos pueden observarse algunos cantos de pequeño tamaño y restos de materia orgánica carbonizada. Además, es frecuente que intercalados entre los paquetes de limo de elevada potencia aparezcan algunos niveles de menor entidad constituidos por arena.

Los materiales que componen esta unidad han sido reconocidos en los sondeos y calicatas realizados para este informe para el rango de profundidad reflejado en las siguientes tablas:

Sondeo	Rango de profundidad (m)	Parcela
S-1	1.20-7.90	1
S-5	3.60-4.25	2
S-10	1.80-4.00	3
	6.85-7.68	
S-12	1.10-9.60	3
S-13	2.40-3.00	3
	5.20-6.00	
S-15	0.30-1.80	2

Cata	Rango de profundidad (m)	Parcela
C-1	0.30-1.00	4

Además, los materiales que componen este nivel han sido interpretados a partir de los datos obtenidos durante la ejecución de los ensayos de penetración dinámica D.P.S.H. realizados en la Parcela 3 para los rangos de profundidad reflejados en la siguiente tabla:

D.P.S.H.	Rango de profundidad (m)	Parcela
P-1	0.60-2.00	3
P-2	0.00-0.80	3
P-4	0.60-3.00	3
P-5	0.00-1.60	3

Se han analizado cinco muestras representativas de los materiales que componen esta unidad, cuatro de ellas inalteradas (MI-n.º) y una alterada recogida durante el ensayo S.P.T. realizado en el Sondeo 16 (S-16) para un rango de profundidad que abarca desde 4,00 a 4,60 m.

Para el ensayo de identificación se han obtenido los siguientes resultados:

Muestra	Granulometría			Límites Atterberg			USCS
	% grava	% arena	% finos	L.L.	L.P.	I.P.	
S-1, de 1.20 a 1.80 m. MI-1	0	17.4	82.6	36.7	18.6	18.1	CL
S-1, de 7,20 a 7,80 m. MI-2	0	0.5	99.5	58.0	23.8	34.2	CH
S-10, de 2,40 a 3,00 m. MI-1	4	28.2	67.8	32.2	14.8	17.4	CL
S-12, de 4.20 a 4.80 m. MI-1	3	7.7	89.3	27.7	15.9	11.8	CL
S-16, de 4,00 a 4,60 m. SPt-2	12	27.7	60.3	NP	NP	NP	ML

Además, en los materiales de las mismas muestras se ha ensayado el contenido en sulfatos solubles, y acidez Baumann-Gully. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

Muestra	Sulfatos mgSO <sub>4</sub> /kg	Acidez Baumann ml/kg
S-1, de 1.20 a 1.80 m. MI-1	<100	<2
S-1, de 7,20 a 7,80 m. MI-2	<100	4
S-10, de 2,40 a 3,00 m. MI-1	<100	<2
S-12, de 4.20 a 4.80 m. MI-1	<100	
S-16, de 4,00 a 4,60 m. SPt-2	<100	

Atendiendo a los resultados obtenidos para los ensayos de sulfatos (mg SO<sub>4</sub>/kg) los materiales que componen las muestras ensayadas no resultan agresivos al hormigón según el Código Estructural establecido por el Real Decreto 470/2021, BOE 10 de agosto de 2021.

Además, sobre tres de las muestras inalteradas (MI-n.<sup>o</sup>) se han realizado ensayos de colapso bajo carga de 2,0 kg/cm<sup>2</sup>. El resultado de dichos ensayos queda reflejado en la siguiente tabla.

Muestra (m)	Índice de colapso (Ic) (%)	W (%)	Potencial de colapso (González de Vallejo (2002))
S-1, de 1.20 a 1.80 m. MI-1	3.42	7.2	Alto a muy alto
S-1, de 7,20 a 7,80 m. MI-2	0.35	18.4	Bajo a medio
S-10, de 2,40 a 3,00 m. MI-1	1.05	11.4	Medio a alto

Según el cuadro 2.14 del manual Ingeniería Geológica de González de Vallejo (2002), a los materiales que conforman este nivel se les puede atribuir un potencial de colapso desde Bajo a medio hasta Alto a muy alto. Además, cabe destacar que, en caso de la presencia de flujos de agua, se trata de materiales potencialmente arrastrables hacia los niveles granulares infrayacentes.

La capacidad portante de este nivel es por lo general buena, registrándose valores en los ensayos S.P.T. y D.P.S.H. que les asigna desde consistencia muy firme hasta consistencia dura en estado seco. Sin embargo, tal y como hemos adelantado previamente, se trata de materiales colapsables y potencialmente arrastrables por flujos de agua, por lo que deben ser descartados como niveles de apoyo para la cimentación.

Respecto a la caracterización de estos materiales como apoyo de explanada, se propone asimilarlos a la categoría de suelo “Tipo 0”, según la Norma 6.1-I.C. y, a efectos de aprovechamiento de materiales, como suelos TOLERABLES según PG-3.

Los materiales de este nivel resultan fácilmente excavables con retroexcavadoras convencionales, manteniéndose temporalmente estables taludes subverticales para alturas de hasta 3 m.

Por último, a efectos de posibles cálculos preliminares y de forma conservadora, pueden considerarse los siguientes valores:

$\gamma_{ap} \approx 17,0 \text{ kN/m}^3$  = Densidad aparente

$C' = 10 \text{ kN/m}^2$  = Cohesión efectiva

$\phi' = 25^\circ$  = Ángulo de rozamiento interno efectivo

$q_u \approx 200 \text{ kN/m}^2$  ( $2,0 \text{ kg/cm}^2$ ) = Resistencia a compresión simple

$E \approx 20 \text{ MPa}$  = Módulo de deformación

Materiales colapsables y potencialmente arrastrables

#### 6.4.- UNIDAD 4: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO, ARENAS

Desde un punto de vista litológico podemos definir los materiales que componen esta unidad como una arena hasta una arena limosa marrón anaranjado hasta marrón rojiza con precipitados de óxidos anaranjados

Los materiales que componen esta unidad han sido reconocidos en los sondeos y calicatas realizados para este informe para el rango de profundidad reflejado en las siguientes tablas:

Sondeo	Rango de profundidad (m)	Parcela
S-1	7.90-9.60	1
S-5	8.10-8.70	2
S-11	2.90-3.30	3
	8.40-8.90	
S-16	3.00-3.60	2
	3.90-4.90	

Cata	Rango de profundidad (m)	Parcela
C-1	1.00-3.05*	4
C-2	0.35-1.30	4
C-3	0.30-1.40	4
C-4	0.30-0.90	4

\* Final de la profundidad reconocida

Se han analizado tres muestras alteradas (MA-n.º) procedentes de las calicatas excavadas en la Parcela 4.

Para el ensayo de identificación se han obtenido los siguientes resultados:

Muestra	Granulometría			Límites Atterberg			USCS
	% grava	% arena	% finos	L.L.	L.P.	I.P.	
C-1, de 1,00 a 3,05 m. MA-1	11	46.2	42.8	NP	NP	NP	SM
C-2, de 0.35 a 1.30 m. MA-1	31	33.4	35.6	28.6	21.2	7.4	SC
C-3, de 0.30-1.40 m. MA-1	3	58.1	38.9	NP	NP	NP	SM

Además, para el conjunto de las muestras se han realizado ensayos de compactación. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

Muestra (m)	Proctor modificado		CBR			
	Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	% w óptima	95%	98%	100%	Hinchamiento (%)
C-1, de 1,00 a 3,05 m. MA-1	2.05	8.8	12	17	23	No
C-2, de 0.35 a 1.30 m. MA-1	1.91	10.2	19	26	33	0.2
C-3, de 0.30-1.40 m. MA-1	2.10	7.4	11	17	24	No

También, en los materiales de las diferentes muestras, se ha ensayado el contenido en sulfatos solubles, sales solubles, materia orgánica, carbonatos y yesos. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

Muestra	Sulfatos mgSO <sub>4</sub> /kg	Sales solubles (%)	Materia orgánica (%)	Yesos (%)
C-1, de 1,00 a 3,05 m. MA-1	1010	0.14	0.18	<0.1
C-2, de 0.35 a 1.30 m. MA-1	1003	0.20	0.26	<0.1
C-3, de 0.30-1.40 m. MA-1	918	0.13	0.15	<0.1

Atendiendo a los resultados obtenidos para los ensayos de sulfatos (mg SO<sub>4</sub>/kg) los materiales que componen las muestras ensayadas no resultan agresivos al hormigón según el Código Estructural establecido por el Real Decreto 470/2021, BOE 10 de agosto de 2021.

La capacidad portante de este nivel es por lo general elevada, registrándose valores en los ensayos S.P.T. realizados sobre materiales de este nivel que les asigna compacidad muy alta, ( $N_{SPT}=76-77$ ).

Respecto a la caracterización de estos materiales como apoyo de explanada, se propone asimilarlos a la categoría de suelo “Tipo 0”, según la Norma 6.1-I.C. y, a efectos de aprovechamiento de materiales, como suelos TOLERABLES según PG-3.

Los materiales de este nivel resultan fácilmente excavables con retroexcavadoras convencionales, manteniéndose temporalmente estables taludes subverticales para alturas de hasta 3 m, siempre en condiciones secas.

A efectos de posibles cálculos, de forma conservadora y preliminar, pueden considerarse los siguientes valores:

$$\gamma_{ap} \approx 19 \text{ kN/m}^3 = \text{Densidad aparente}$$

$$C' = 5-10 \text{ kN/m}^2 = \text{Cohesión efectiva}$$

$$\phi' = 33^\circ = \text{Ángulo de rozamiento interno efectivo}$$

$$E \geq 45 \text{ MPa} = \text{Módulo de deformación}$$

#### **6.5.- UNIDAD 4: SUSTRATO TERCIARIO LUTITAS**

En este caso, los materiales que componen esta unidad geotécnica pueden ser descritos desde un punto de vista litológico como arcilla gris a gris verdosa y hasta marrón que puede contener óxidos anaranjados, nódulos de yeso alabastrino y precipitados de yeso sacaroso. A techo de estos niveles puede ocurrir que aparezca un pequeño nivel inicial de limo beige fruto de la alteración de los materiales del sustrato. Además, durante la excavación de las trincheras ejecutadas para el estudio de la dolina presente en la Parcela 4 y la Calicata 2, se observó que entre los niveles de arcilla existían intercalaciones de pequeñas pasadas de caliza margosa laminada y brechificada y nódulos de carbonato.

Los materiales que componen esta unidad han sido reconocidos en los sondeos y calicatas realizados para este informe para el rango de profundidad reflejado en la siguiente tabla:

Sondeo/Cata	Rango de profundidad (m)	Parcela
S-2	1.00-9.00*	1
S-3	0.60-8.00*	1
S-4	4.20-8.00*	1
S-5	10.50-12.00*	2
S-7	1.80-12.00*	2
S-8	0.15-9.00*	1
S-9	6.00-12.00*	2
S-15	4.00-8.00*	2
C-2	1.30-2.80	4

\* Final de la profundidad reconocida

Se han analizado seis muestras representativas de los materiales que componen este nivel, cinco de ellas muestras inalteradas (MI-n.º) obtenidas durante la perforación de los Sondeos 2, 3, 7, 8 y 15 (S-2, S-3, S-7, S-8 y S-15) y una muestra alterada (MA-n.º) recogida durante la ejecución de la Calicata 2 (C-2).

Para el ensayo de identificación se han obtenido los siguientes resultados:

Muestra	Granulometría			Límites Atterberg			W (%)	USCS
	% grava	% arena	% finos	L.L.	L.P.	I.P.		
S-2, de 1,20 a 1,80 m. MI-1	7	5.5	77.5	23.8	17.2	6.6	10.8	CL-ML
S-3, de 1,80 a 2,40 m. MI-1	2	9.8	88.2	54.7	28.2	26.5		CH
S-7, de 4,30 a 4,90 m. MI-1	0	1.7	98.3	53.6	25.0	28.6	21.2	CH
S-8, de 1,20 a 1,80 m. MI-1	6	15.8	78.2	57.6	26.7	30.9	26.9	CH
S-15, de 6.00-6.60 m. MI-1	0	1.1	98.9	66.9	30.7	36.2		CH
C-2, de 1.30-2.80 m. MA-2	30	30.8	39.2	37.6	22.9	14.7		SC

Para la muestra obtenida en la Cata 2 (C-2) se han realizado ensayos de compactación. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

Muestra (m)	Proctor modificado		CBR			
	Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	% w óptima	95%	98%	100%	Hinchamiento (%)
C-2, de 1.30-2.80 m. MA-2	1.82	15.8	16	23	31	0.4

Además, para el conjunto de las muestras, a excepción de la obtenida en el Sondeo 15 (S-15), se han realizado una batería de ensayos químicos que incluye el contenido en sulfatos solubles, sales solubles, materia orgánica, yesos y acidez Baumann-Gully. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

Muestra	Sulfatos mgSO <sub>4</sub> /kg	Sales solubles (%)	Materia orgánica (%)	Yesos (%)	Acidez Baumann Gully (ml/kg)
S-2, de 1,20 a 1,80 m. MI-1	<100				<2
S-3, de 1,80 a 2,40 m. MI-1	<100				
S-7, de 4,30 a 4,90 m. MI-1	<100				<2
S-8, de 1,20 a 1,80 m. MI-1	986				
C-2, de 1.30-2.80 m. MA-2	1470	0.19	0.12	0.27	

Atendiendo a los resultados obtenidos para los ensayos de sulfatos (mg SO<sub>4</sub>/kg) los materiales que componen las muestras ensayadas no resultan agresivos al hormigón según el Código Estructural establecido por el Real Decreto 470/2021, BOE 10 de agosto de 2021. Sin embargo, atendiendo a la experiencia adquirida por ENSAYA en obras realizadas en el entorno próximo a las superficies que ocupan el centro de datos y teniendo en cuenta que se trata de un sustrato evaporítico, consideramos asignar los materiales de este nivel como agresivos al hormigón (ataque FUERTE) con un tipo de exposición XA3 según el Código Estructural establecido por el Real Decreto 470/2021, BOE 10 de agosto de 2021.

Por último, dado que la litología de la totalidad de las muestras inalteradas ensayadas estaba constituida por arcillas, se ha procedido a realizar ensayos de hinchamiento libre. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla:

Muestra	W <sub>i</sub> (%)	Hinchamiento libre (%)
S-2, de 1,20 a 1,80 m. MI-1	11.3	0.20
S-3, de 1,80 a 2,40 m. MI-1	29.5	3.23
S-7, de 4,30 a 4,90 m. MI-1	21.6	4.95
S-8, de 1,20 a 1,80 m. MI-1	27.8	2.35
S-15, de 6.00-6.60 m. MI-1	21.0	1.17

Teniendo en cuenta estos resultados, según el cuadro 2.12 del manual Ingeniería Geológica de González de Vallejo (2002), podemos atribuir a los materiales lutíticos de esta unidad una expansividad Media a alta o Grado III.

Los valores obtenidos en los ensayos S.P.T. realizados en los materiales de este nivel les asignan desde consistencia muy firme hasta dura.

Respecto a la caracterización de estos materiales como apoyo de explanada, teniendo en cuenta la posible presencia de yeso de forma recurrente, se asimilan a la categoría de suelo "Tipo IN", según la Norma 6.1-I.C. y, a efectos de aprovechamiento de materiales, como suelos MARGINALES O INADECUADOS según PG-3.

Por último, de forma conservadora se propone para el conjunto de la unidad unos valores preliminares de los parámetros geotécnicos más significativos.

Para niveles de limos constituyentes del sustrato alterado:

$\gamma_{ap} \approx 18,0 \text{ kN/m}^3$  = Densidad aparente

$q_u > 200 \text{ kN/m}^2$  ( $2,0 \text{ kg/cm}^2$ ) = Resistencia a compresión simple

$C' = 10 \text{ kN/m}^2$  = Cohesión efectiva

$\phi' = 28^\circ$  = Ángulo de rozamiento interno efectivo

$E \geq 20 \text{ MPa}$  = Módulo de deformación

Para los niveles de arcilla/argilita del sustrato terciario sano:

$\gamma_{ap} \approx 22 \text{ kN/m}^3$  = Densidad aparente

$q_u \geq 300 \text{ kN/m}^2$  ( $3,0 \text{ kg/cm}^2$ ) = Resistencia a compresión simple

$C' = 25 \text{ kN/m}^2$  = Cohesión efectiva

$\phi' = 30^\circ$  = Ángulo de rozamiento interno efectivo

$E \geq 150 \text{ MPa}$  = Módulo de deformación

## **7.- RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS PRELIMINARES**

Una vez analizada la información previa recabada, tanto en los trabajos de campo como en los ensayos de laboratorio, y teniendo en cuenta las tipologías de las actuaciones proyectadas consideramos oportuno realizar las siguientes consideraciones preliminares:

### **7.1.- Movimientos de tierras. Taludes y tipo de explanación**

Dado que se prevé la apertura de nuevos viales que recorrerán la zona de actuación, tendrán que realizarse tanto desmontes como rellenos. Como consecuencia, todos los materiales pertenecientes al nivel de tierra vegetal/rellenos (Unidad 1) deberán ser retirados, escarificando y compactando la superficie resultante antes de extender la primera tongada.

En caso de que existan terraplenes que apoyen sobre materiales pertenecientes a la Unidad 3 (R.C. Limos), dado su carácter colapsable, deberá realizarse el saneo de los materiales que la constituyen, excavando, escarificando y compactando la superficie resultante, vertiendo posteriormente el material extraído en tongadas de 30 cm compactando al 95% Proctor modificado con humedad próxima a la óptima. Tal y como demuestran experiencias en materiales similares y los ensayos de laboratorio realizados, esta actuación conlleva que los limos pierdan su condición de material colapsable. Los saneos deberán realizarse según el

siguiente procedimiento: (1) Cuando el espesor de la Unidad 2 (limos de fondo de val) sea inferior a 2,0 m, el saneo a realizar será del orden de 0,50 m; y (2) Para espesores superiores a 2,0 m, el saneo a realizar será como mínimo de 1,0 m.

Se recomienda realizar un tramo de prueba conforme se vayan realizando los saneos y se pueda comprobar el contenido de humedad, consistencia/compacidad del suelo, de tal forma que se pueda valorar la necesidad de ejecutar un saneo mayor o menor respecto a las estimaciones del proyecto.

Respecto a la caracterización de los materiales como apoyo de explanada, en lo relativo a los constituyentes de la Unidad 2 (gravas) se propone asimilarlos a la categoría de suelo “Tipo 3”, según la Norma 6.1-I.C. y, a efectos de aprovechamiento de materiales, como suelos SELECCIONADOS según PG-3, realizando un cribado previo para cumplir con la condición granulométrica. Por otra parte, los materiales constituyentes de las Unidades 3 y 4 (limos y arenas) se propone asimilarlos a la categoría de suelo “Tipo 0”, según la Norma 6.1-I.C. y, a efectos de aprovechamiento de materiales, como suelos TOLERABLES según PG-3. Por último, los materiales constituyentes de la Unidad 5 (lutitas), teniendo en cuenta la posible presencia de yeso de forma recurrente, se asimilan a la categoría de suelo “Tipo IN”, según la Norma 6.1-I.C. y, a efectos de aprovechamiento de materiales, como suelos MARGINALES O INADECUADOS según PG-3. En una fase posterior se valorará adoptar una categoría mayor si se cumplen una serie de recomendaciones encaminadas a evitar la infiltración de agua, asimilándolos a la categoría de suelo “Tipo 0”, según la Norma 6.1-I.C. y, a efectos de aprovechamiento de materiales, como suelos TOLERABLES según PG-3.

Se recomienda un talud con pendiente 3H:2V tanto para taludes de desmonte como para taludes de terraplén.

La excavación del conjunto de los materiales podrá acometerse con maquinaria convencional, a excepción de posibles niveles de grava cementada (Nivel 2) o niveles de caliza margosa de elevada potencia (Unidad 5) en los que deberá preverse el empleo de un martillo hidráulico.

## 7.2.- Cimentaciones

A continuación, se dan una serie de recomendaciones generales en cuanto a la posible cimentación de futuras edificaciones en cada una de las subparcelas que comprenden la superficie analizada. Todas las recomendaciones tienen carácter preliminar y tendrán que ser avaladas por el informe geotécnico definitivo:

- Superficie norte de las localizadas entre la autopista AP-68 y la autovía A-68 (Figura 14) (Parcela 1 en Figura 1):



Figura 14. Ortofotografía sobre la que se han representado los trabajos ejecutados hasta la fecha en la superficie norte de las localizadas entre la autopista AP-68 y la autovía A-68 (Parcela 1).

En este caso, a fecha de la redacción de este informe, sobre la superficie norte de las localizadas entre la autopista AP-68 y la autovía A-68, se han perforado un total de cinco sondeos (S-1, S-2, S-3, S-4 y S-8).

Tal y como se ha podido comprobar a partir del análisis de fotografía aérea antigua, la parcela ha sido objeto de una excavación importante para el aprovechamiento de materiales como préstamo durante la construcción de la Autovía A-68. Sin embargo, teniendo en cuenta los materiales observados durante la testificación de los Sondeos 1, 2, 3, 4 y 8 (S-1, S-2, S-3, S-4 y S-8) podemos determinar que el vertido de rellenos (Unidad 1) para la regularización de

la parcela no ha sido excesivamente acusado, observándose de forma preliminar un espesor máximo de 1,00 m (S-2).

A excepción de los Sondeos 1 y 4 (S-1 y S-4), en la totalidad de los sondeos perforados se ha podido observar que por debajo del nivel de rellenos aparecen directamente materiales del sustrato terciario (Unidad 5) que, desde un punto de vista litológico, están formados por arcillas grises que pueden contener precipitados de yeso y oxidaciones anaranjadas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo de hinchamiento libre para los materiales de la Unidad 5, según el cuadro 2.12 del manual Ingeniería Geológica de González de Vallejo (2002), podemos atribuir a estos materiales una expansividad media a alta o Grado III.

El Sondeo 1 (S-1) fue situado fuera del ámbito de excavación y posterior relleno para el aprovechamiento de materiales como préstamo durante la construcción de la Autovía A-68. Como consecuencia los materiales observados en este sondeo están relacionados con el recubrimiento cuaternario, fundamentalmente limos (Unidad 3), arenas (Unidad 4) y, en menor medida, gravas (Unidad 2).

En lo relativo a los materiales cohesivos (Unidad 3) observados en el Sondeo 1 (S-1), se han realizado dos ensayos de colapso bajo carga de 2,0 kg/cm<sup>2</sup>. A partir de los resultados obtenidos y según el cuadro 2.14 del manual Ingeniería Geológica de González de Vallejo (2002), a estos materiales cohesivos (Unidad 3) se les puede atribuir un potencial de colapso Medio a Alto. Además, cabe destacar que, en caso de la presencia de flujos de agua, se trata de materiales potencialmente arrastrables hacia los niveles granulares infrayacentes.

Teniendo en cuenta estas características es recomendable evitar plantear cimentaciones sobre estos materiales cohesivos y profundizar, si fuese necesario, mediante pozos hasta los niveles de grava aluvial o arcilla relativa al sustrato terciario.

Durante la perforación del Sondeo 4 (S-4) se ha podido comprobar la presencia de un nivel inicial constituido por rellenos antrópicos (Unidad 1). El espesor de estos rellenos abarca desde la superficie hasta una profundidad de 0,60 m. Inmediatamente por debajo del nivel de rellenos y hasta una profundidad de 4,20 m, se han identificado materiales granulares pertenecientes al recubrimiento cuaternario (Unidad 2).

Los golpes obtenidos durante la ejecución de los ensayos S.P.T. realizados en el rango de profundidad en el que se han identificado estos materiales granulares les asigna compacidad muy alta.

En este mismo sondeo, por debajo de los materiales granulares, a partir de una profundidad de 4,20 m y hasta el final de la perforación, se han identificado arcillas beiges y marrones relativas al sustrato terciario (Unidad 5).

Teniendo en cuenta las aseveraciones anteriores y los resultados obtenidos en los ensayos S.P.T. realizados en los trabajos ejecutados en esta parcela, de forma general y para cargas de edificaciones normales, podemos determinar que la cimentación en esta parcela podrá realizarse de manera directa por medio de zapatas o pozos apoyadas en las arcillas del sustrato terciario (Unidad 5) o en gravas del recubrimiento cuaternario (Unidad 2). El diseño de esta podrá realizarse con una presión admisible de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> (250 kPa), estimando asientos iguales o inferiores a 2,0 cm, y por lo tanto admisibles.

Atendiendo a los resultados obtenidos para los ensayos de sulfatos (mg SO<sub>4</sub>/kg) los materiales que componen las muestras ensayadas resultan no agresivos al hormigón. Sin embargo, dado que es frecuente la presencia de nódulos de yeso entre los materiales que componen en sustrato terciario (Unidad 5) y considerando la experiencia adquirida por ENSAYA en obras realizadas en el entorno próximo a las parcelas analizadas en este informe, creemos oportuno adjudicar a estos materiales una agresividad al hormigón FUERTE (ataque FUERTE) con un tipo de exposición XA3 según el Código Estructural establecido por el Real Decreto 470/2021, BOE 10 de agosto de 2021.

Dado que las arcillas relativas al sustrato terciario son materiales expansivos, deberá evitarse la pérdida de humedad de los materiales una vez realizada la excavación para el cajado de las cimentaciones. Para ello, deberá realizarse el vertido de hormigón pobre al cajado de la cimentación de forma inmediata a su excavación.

La excavación necesaria para llevar a cabo el cajado de la cimentación podrá realizarse mediante maquinaria convencional con apoyo de martillo hidráulico.

- Superficie sur de las localizadas entre la autopista AP-68 y la autovía A-68 (Figura 15)  
(Parcela 2 en Figura 1):



Figura 15. Ortofoto sobre la que se han representado los trabajos ejecutados hasta la fecha en la superficie sur de las localizadas entre la autopista AP-68 y la autovía A-68.

En este caso, a la fecha de redacción de este informe preliminar, se han perforado un total de seis sondeos en la superficie ocupada por esta parcela, concretamente los Sondeos 5, 6, 7, 9, 15 y 16 (S-5, S-6, S-7, S-9, S-15 y S-16).

Atendiendo a los resultados obtenidos en estos trabajos de prospección podemos determinar que la parcela se encuentra mayoritariamente constituida por materiales relativos al recubrimiento cuaternario, fundamentalmente gravas (Unidad 2) y arenas (Unidad 4) y en menor medida limos (Unidad 3).

Además, en los Sondeos 7, 9 y 15 (S-7, S-9 y S-15) también se han identificado materiales relativos al sustrato terciario (Unidad 5), fundamentalmente arcilla gris verdoso, a partir de una profundidad que varía entre 1,80 m (S-7) a 10,50 m (S-5). Teniendo en cuenta esto, podemos intuir que se produce una somerización de los materiales del sustrato terciario desde el sector norte de la superficie de esta parcela, emplazamiento del Sondeo 5 (S-5) hacia el sector sur, emplazamiento del Sondeo 7 (S-7).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo de hinchamiento libre para los materiales de la Unidad 5, según el cuadro 2.12 del manual Ingeniería Geológica de González de Vallejo (2002), podemos atribuir a estos materiales una expansividad media a alta o Grado III.

Además, atendiendo a los resultados obtenidos para los ensayos de sulfatos ( $\text{mg SO}_4/\text{kg}$ ) los materiales que componen las muestras ensayadas resultan no agresivos al hormigón. Sin embargo, dado que es frecuente la presencia de nódulos de yeso entre los materiales que componen en sustrato terciario (Unidad 5) y considerando la experiencia adquirida por ENSAYA en obras realizadas en el entorno próximo a las parcelas analizadas en este informe, creemos oportuno adjudicar a estos materiales una agresividad al hormigón FUERTE (ataque FUERTE) con un tipo de exposición XA3 según el Código Estructural establecido por el Real Decreto 470/2021, BOE 10 de agosto de 2021.

Teniendo en cuenta las litologías observadas y los resultados obtenidos en los ensayos S.P.T. realizados en los trabajos ejecutados en esta parcela, de forma general y para cargas de edificaciones normales, podemos determinar que la cimentación en esta parcela podrá realizarse de manera directa por medio de zapatas o pozos apoyadas en gravas del recubrimiento cuaternario (Unidad 2). El diseño de esta podrá realizarse con una presión admisible de  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  (250 kPa), estimando asientos iguales o inferiores a 2,0 cm, y por lo tanto admisibles.

La excavación necesaria para llevar a cabo el cajeado de la cimentación podrá realizarse mediante maquinaria convencional. Sin embargo, puede ocurrir que aparezcan niveles de grava cementada (caliche o mallacán) que harán necesario el empleo de un martillo hidráulico.

Todas estas recomendaciones poseen carácter preliminar y deberán ser avaladas por el informe geotécnico definitivo.

- Superficie localizada al noreste de la autovía A-68 y junto al Canal Imperial de Aragón (Parcela 3 en Figura 1) (Figura 16):

Actualmente, en la superficie localizada al noreste de la autovía A-68 y junto al Canal Imperial de Aragón (Parcela 3) se han ejecutado un total de cinco sondeos, concretamente los Sondeos 10, 11, 12, 13 y 14 (S-10, S-11, S-12, S-13 y S-14). Además, en la misma superficie se han llevado a cabo un total de 10 ensayos de penetración dinámica D.P.S.H.



Figura 16. Ortofoto sobre la que se han representado los trabajos ejecutados hasta la fecha en la superficie localizada al noreste de la autovía A-68 y junto al Canal Imperial de Aragón.

Atendiendo a los resultados obtenidos en estos trabajos de prospección podemos determinar que la parcela se encuentra mayoritariamente constituida por materiales relativos al recubrimiento cuaternario, fundamentalmente gravas (Unidad 2) y arenas (Unidad 4) y en menor medida limos (Unidad 3).

En lo relativo a los materiales cohesivos (limos relativos a la Unidad 3), se ha realizado un ensayo de colapso bajo carga de  $2,0 \text{ kg/cm}^2$ . A partir de este ensayo, se ha obtenido un valor para el índice de colapso de 1,05 %. Por lo tanto, según el cuadro 2.14 del manual Ingeniería

Geológica de González de Vallejo (2002), a estos materiales cohesivos (limos) se les puede atribuir un potencial de colapso Bajo a medio. Además, cabe destacar que, en caso de la presencia de flujos de agua, se trata de materiales potencialmente arrastrables hacia los niveles granulares infrayacentes.

Teniendo en cuenta estas características es recomendable evitar plantear cimentaciones sobre estos materiales cohesivos y profundizar, si fuese necesario, mediante pozos hasta los niveles de grava. En caso de que esto no fuera posible, deberán plantearse cimentaciones mediante pilotes o micropilotes.

Atendiendo a los resultados obtenidos para los ensayos de sulfatos ( $\text{mg SO}_4/\text{kg}$ ) los materiales que componen las muestras ensayadas resultan no agresivos al hormigón.

Teniendo en cuenta las litologías observadas y los resultados obtenidos en los ensayos S.P.T. y D.P.S.H. realizados en los trabajos ejecutados en esta parcela, de forma general y para cargas de edificaciones normales, podemos determinar que la cimentación en esta parcela podrá realizarse de manera directa por medio de zapatas o pozos apoyadas en gravas del recubrimiento cuaternario. El diseño de esta podrá realizarse con una presión admisible de  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  (250 kPa), estimando asientos iguales o inferiores a 2,0 cm, y por lo tanto admisibles.

Sin embargo, en el sector en el que se realizó la perforación del Sondeo 12 (S-12) se han identificado materiales relativos a la Unidad 3 (limos) hasta 9,60 m de profundidad en los que aparecen materiales relativos a la Unidad 2 (gravas). Por lo tanto, en este sector deberá plantearse diseñar una cimentación profunda mediante pilotes o micropilotes convenientemente empotrados en las gravas constituyentes del Nivel 2.

La excavación necesaria para llevar a cabo el cajeado de la cimentación podrá realizarse mediante maquinaria convencional. Sin embargo, puede ocurrir que aparezcan niveles de grava cementada (caliche o mallacán) que harán necesario el empleo de un martillo hidráulico.

- Superficie localizada al sureste de la autovía A-68 y junto al Canal Imperial de Aragón (Parcela 4 en Figura 1) (Figura 17):

Hasta la fecha, en la parcela localizada al suroeste de la autovía A-68 y junto al Canal Imperial de Aragón (Parcela 4) se han excavado un total de 5 catas (Figura 17). Además, con el objetivo de caracterizar la dolina presente en el sector suroeste de la parcela se han excavado dos trincheras (Figura 17).



Figura 17. Ortofoto sobre la que se han representado los trabajos ejecutados hasta la fecha en la superficie localizada al sureste de la autovía A-68 y junto al Canal Imperial de Aragón.

Atendiendo a los resultados obtenidos en estos trabajos de prospección podemos determinar que la parcela se encuentra mayoritariamente constituida por materiales relativos al recubrimiento cuaternario, fundamentalmente gravas (Unidad 2) y arenas (Unidad 4) y en menor medida limos (Unidad 3). Además, de forma somera también se han identificado materiales relativos al sustrato terciario (Unidad 5).

Atendiendo a la experiencia adquirida en el resto de las parcelas, prevemos que la cimentación en esta parcela podrá realizarse de manera directa por medio de zapatas o pozos apoyadas en gravas del recubrimiento cuaternario. El diseño de esta podrá realizarse con una

presión admisible de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> (250 kPa), estimando asientos iguales o inferiores a 2,0 cm, y por lo tanto admisibles. Sin embargo, esta consideración deberá ser avalada por el conjunto de trabajos previstos en la parcela cuyos resultados se expondrán en el informe definitivo.

### 7.3.- Dolinas

Con la finalidad de comprobar la evolución temporal de las cuatro superficies en las que se pretende instalar un centro de datos y dilucidar la posible presencia de dolinas obliteradas o colmatadas, se ha realizado una exhaustiva revisión cartográfica

A partir de la citada revisión cartográfica, que ha abarcado un rango temporal de 97 años (desde 1927 hasta la actualidad) y en la que se han revisado fotografías aéreas antiguas, mapas geomorfológicos, cartografías procedentes de publicaciones científicas y ortofotos que abarcan un rango temporal muy amplio, se ha podido comprobar:

(1) La existencia de una dolina localizada en la superficie de la parcela situada en el sector sur del espacio comprendido entre el margen norte de la autovía A-68 y el Canal Imperial de Aragón (parcela 4).

(2) Se ha descartado la existencia de anomalías geomorfológicas compatibles con el desarrollo de dolinas en el interior del resto de parcelas en las que se pretende realizar la instalación del centro de datos (parcelas 1, 2 y 3).

(3) Se ha podido comprobar que aproximadamente 20-30 m al noreste del límite de la parcela localizada en el sector norte del espacio comprendido entre el margen norte de la autovía A-68 y el Canal Imperial de Aragón (parcela 3), fuera de la superficie en la que se proyecta la instalación, se puede observar una anomalía con geometría circular que pudiera ser resultado del desarrollo de un fenómeno de subsidencia relacionado con la disolución de evaporitas en profundidad. Por ello, en caso de que se pretenda instalar alguna edificación o vial en las zonas próximas, sería recomendable realizar estudios específicos en esta zona a fin de descartar o confirmar esta posibilidad y aplicar las medidas de seguridad necesarias en caso de resultar positiva.

(4) La revisión cartográfica ha puesto de manifiesto que la totalidad de la superficie que compone la parcela norte de las dos localizada entre la autopista AP-68 y la autovía A-68, ha

sido objeto de una excavación importante y un posterior vertido de rellenos para su explanación.

(5) Igualmente se ha podido observar que en un pequeño sector de la parcela localizada entre el Canal Imperial de Aragón y la autovía A-68 ha sido objeto de una pequeña excavación con geometría rectangular, posiblemente con el objetivo de construir una balsa. Posteriormente, la citada excavación fue rellenada, explanada y sobre ella existe actualmente instalada una torre de alta tensión.

Posteriormente, la revisión cartográfica ha sido completada con la elaboración de una cartografía geológica-geomorfológica de detalle que ha permitido corroborar la presencia de una dolina en la superficie ocupada por la parcela situada en el sector sur del espacio comprendido entre el margen norte de la autovía A-68 y el Canal Imperial de Aragón (parcela 4) y establecer sus límites cartográficos.

Con el objetivo de precisar los límites y caracterizar la dolina localizada sobre la Parcela 4, se ha realizado la excavación, estudio e interpretación de dos trincheras, obteniendo los siguientes resultados:

(1) Las relaciones estratigráficas y estructurales observadas en la Trincheras 1, excavada en el margen suroeste de la dolina, han permitido establecer que en este sector la dolina se comporta como una dolina de flexión. Por el contrario, las relaciones estratigráficas y estructurales observadas en la Trincheras 2, realizada en el límite noreste de la dolina, demuestran que en este sector la dolina se comporta como una dolina de colapso. Por lo tanto, teniendo en cuenta estas aseveraciones, podemos determinar que la dolina investigada mediante la técnica del *Trenching* constituye una dolina compleja de flexión y colapso.

Esta circunstancia es debida a la diferente reología de los materiales a los que afecta la dolina. Los materiales presentes en el sector suroeste se han comportado de manera dúctil, acomodando la deformación mediante flexión, mientras que los materiales presentes en el margen noreste lo han hecho de forma frágil, acomodando la deformación mediante un colapso.

(2) La excavación de las trincheras nos ha permitido establecer con precisión los límites de la dolina en ambos casos. Posteriormente, a la hora de determinar el área afectada, se ha

trazado un círculo cuyo diámetro atraviesa los dos puntos establecidos en sendas trincheras y engloba la traza cartográfica determinada en la cartografía geológica-geomorfológica. Con esto, se ha podido determinar que el espacio afectado por la dolina constituye un área de 785 m<sup>2</sup> (Apéndice X).

(3) Se ha establecido una distancia de seguridad de 30 m hacia el exterior a partir de los límites de la trinchera establecidos mediante la aplicación de la técnica del Trenching, ocupando un área total de 6.594 m<sup>2</sup>, en los que se recomienda no realizar ningún tipo de actuación urbanística (Apéndices X).

Fdo. Domingo Carbonel Portero  
Doctor en Geología  
Colegiado 8.349



Fdo. Luis David Bona Martínez  
Geólogo  
Colegiado 2.927

VºBº Dirección de ENSAYA

Fdo. Juan Prats Briceño



ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO  
CENTRO DE DATOS EN  
RIBERA ALTA DEL EBRO

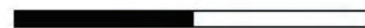
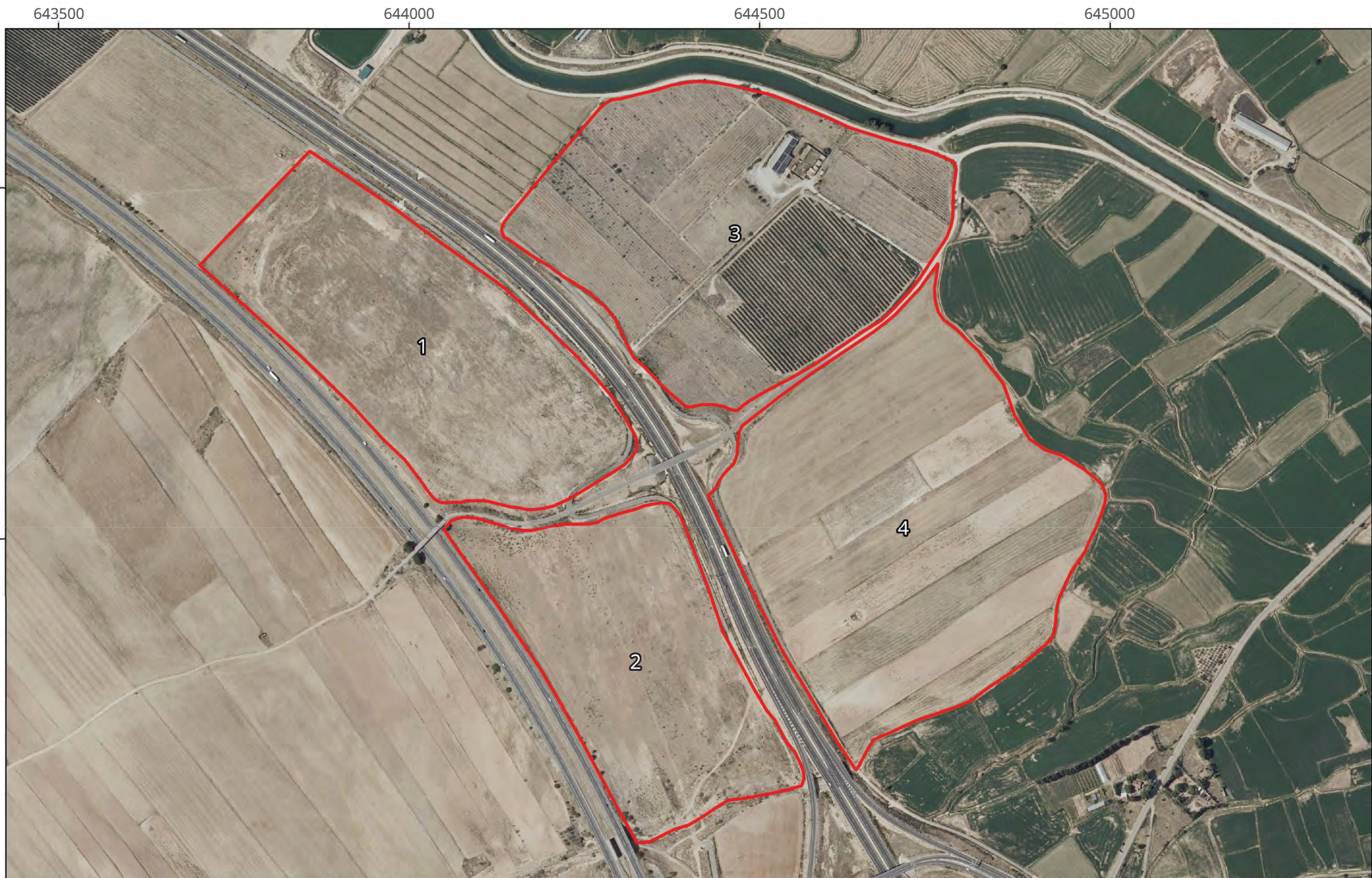
## APÉNDICES



ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO  
CENTRO DE DATOS EN  
RIBERA ALTA DEL EBRO

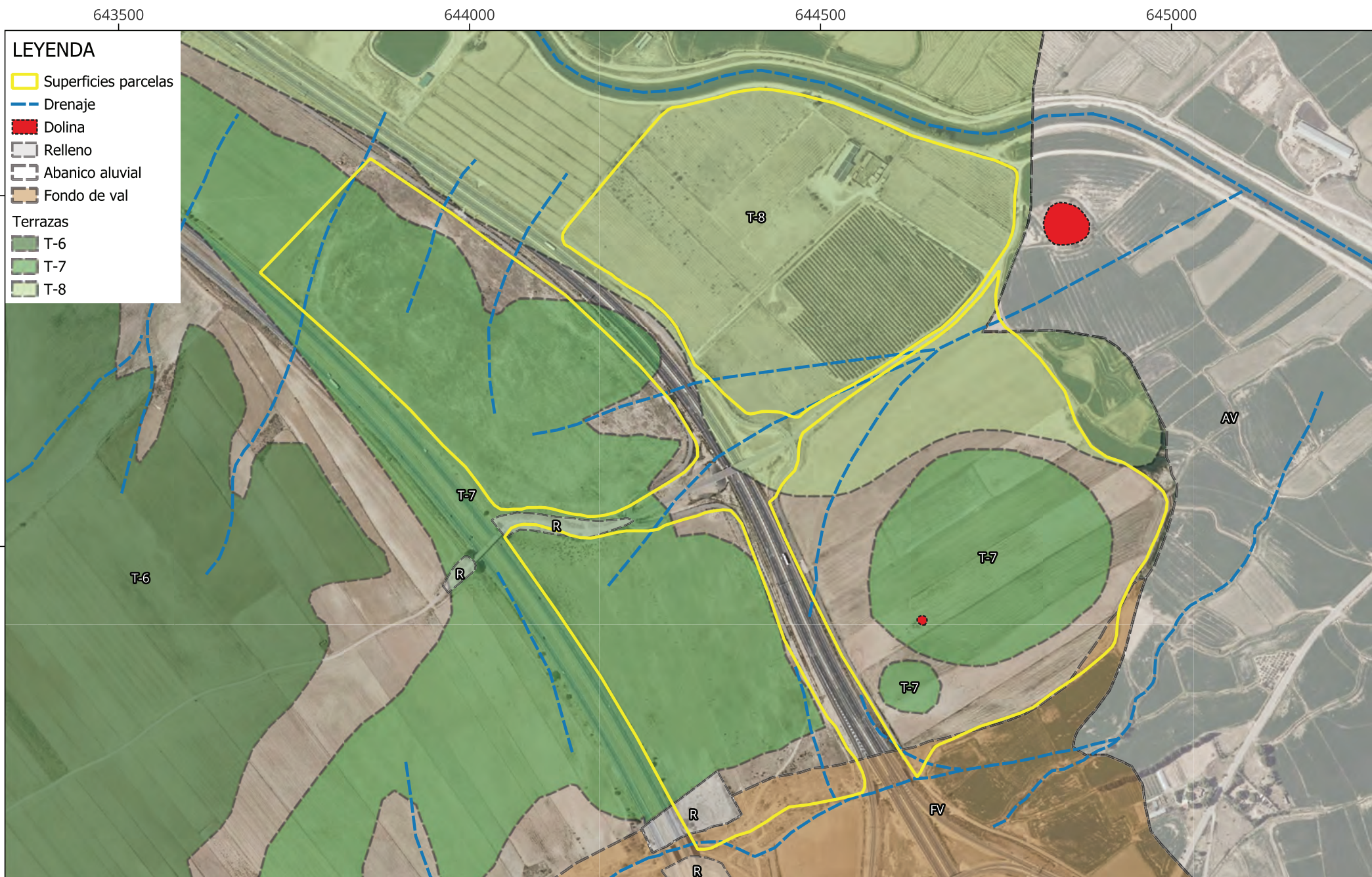
## **APÉNDICE I**

### **PLANTA DE SITUACIÓN DE LAS PARCELAS**



## APÉNDICE II

### CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA SOBRE ORTOFOTO

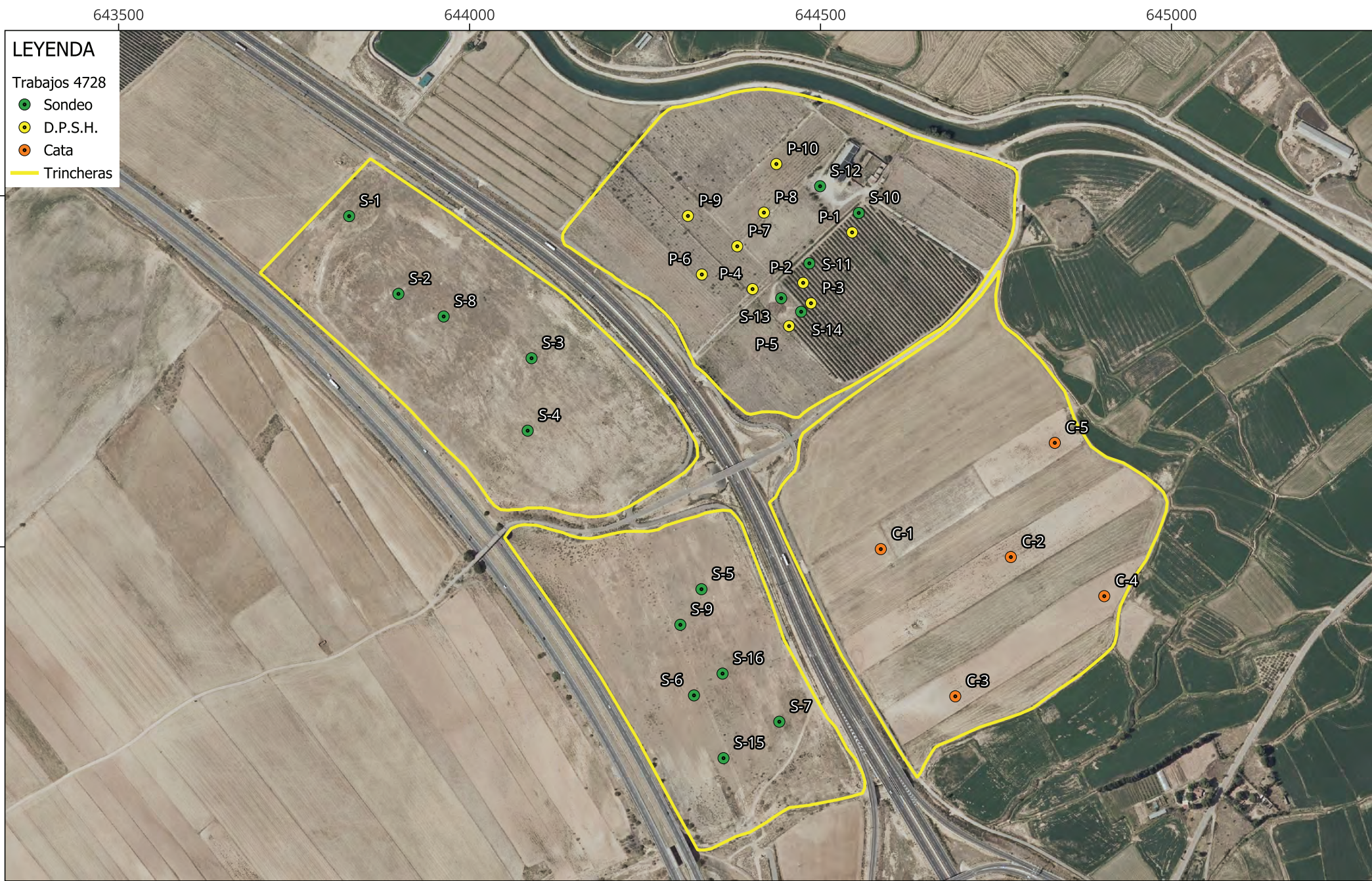


**APÉNDICE III**  
**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA SOBRE MAPA DE  
SOMBRAS (HILLSHADE)**



## APÉNDICE IV

### PLANTA DE SITUACIÓN DE TRABAJOS





ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO  
CENTRO DE DATOS EN  
RIBERA ALTA DEL EBRO

## **APÉNDICE V**

### **GRÁFICO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA**

**Equipo** Automático **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76 **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº OBRA:** 4728

**Nº REF.:** .2025/6458

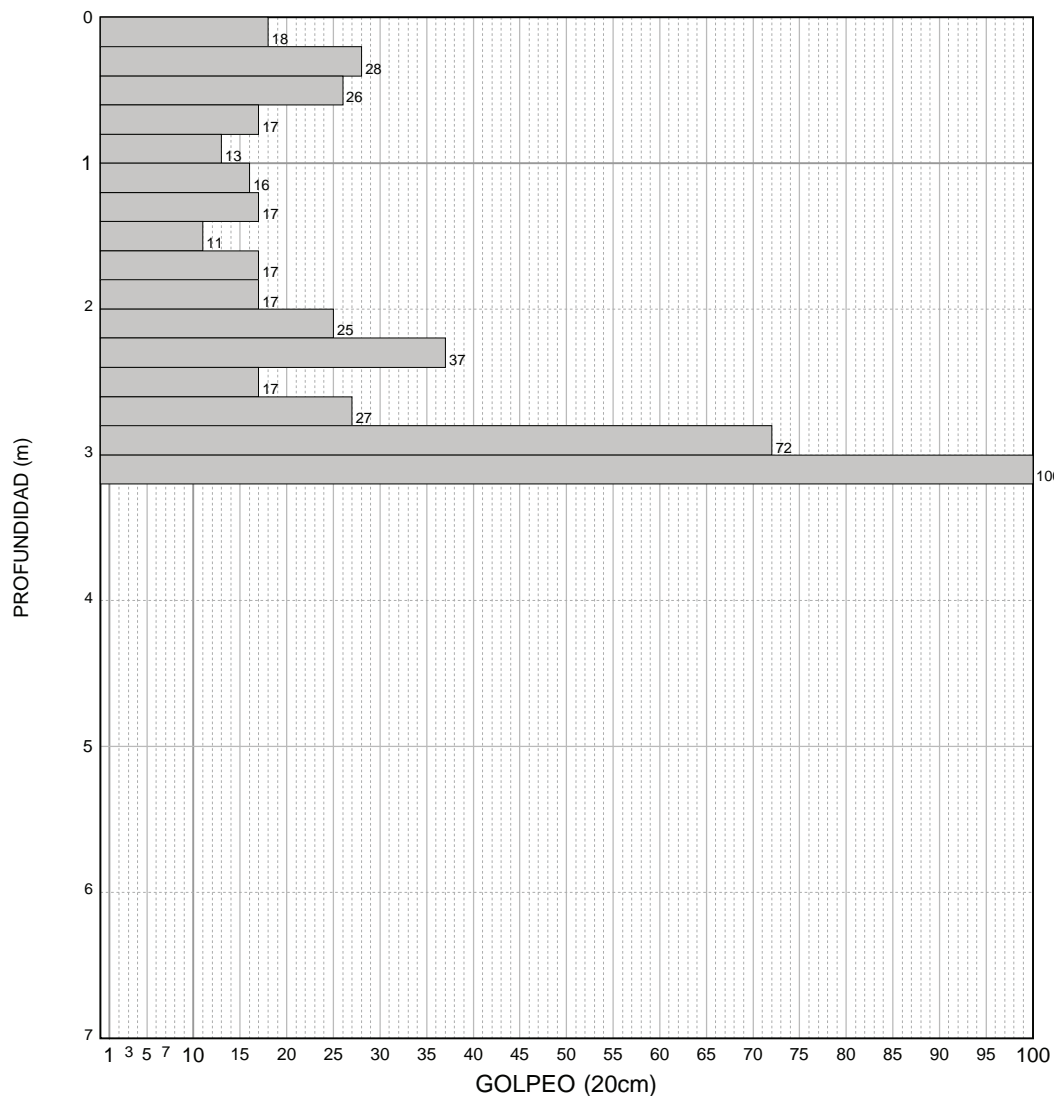
**FECHA:** 28/05/2025

**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER

**X:**

**Y:**

**Z:**

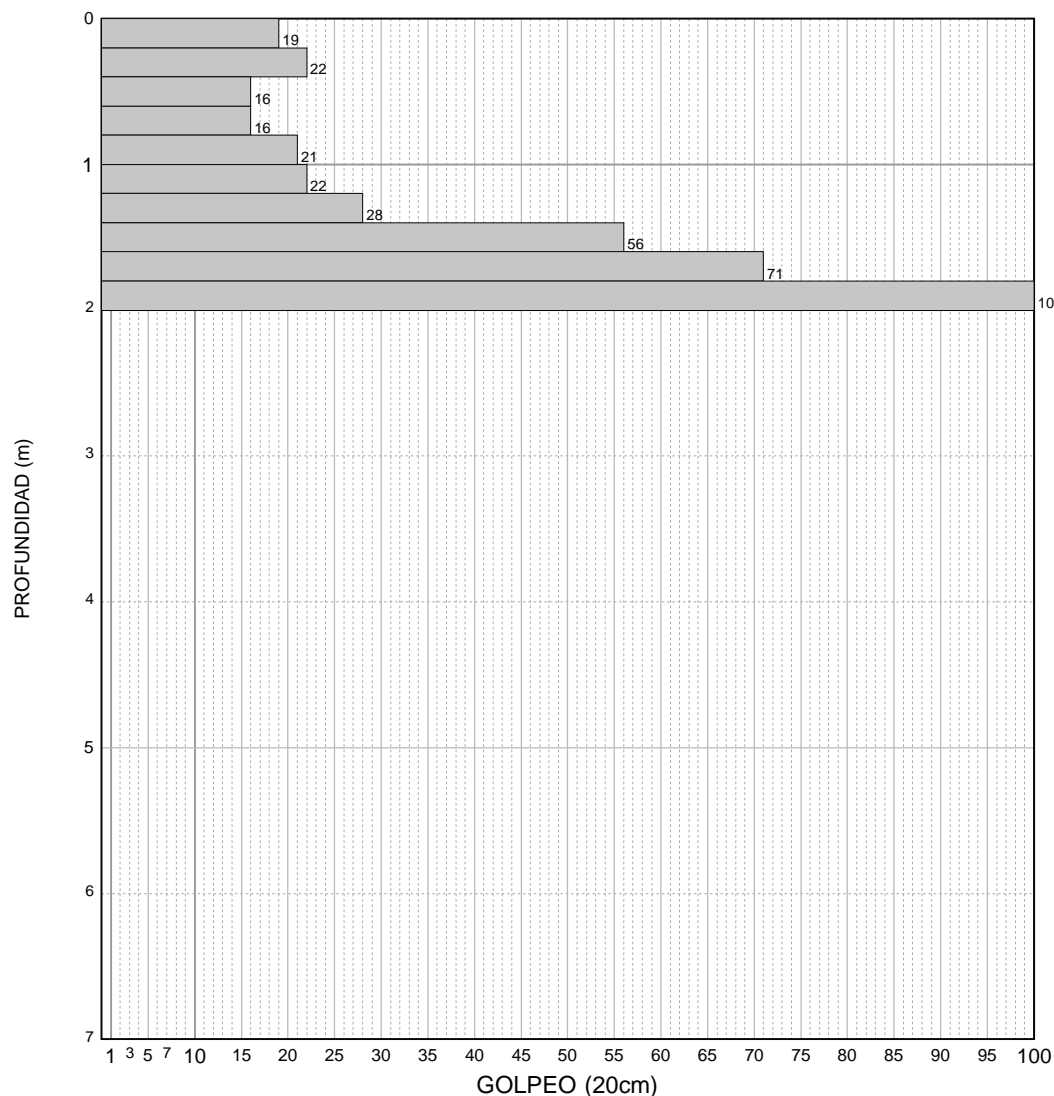


Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	18
0,20-0,40	28
0,40-0,60	26
0,60-0,80	17
0,80-1,00	13
1,00-1,20	16
1,20-1,40	17
1,40-1,60	11
1,60-1,80	17
1,80-2,00	17
2,00-2,20	25
2,20-2,40	37
2,40-2,60	17
2,60-2,80	27
2,80-3,00	72
3,00-3,20	100 BAJA 16 cm



**Equipo** Automático    **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76    **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg    **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm    **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728    **Nº REF.:** .2025/6459    **FECHA:** 28/05/2025  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER    **X:**    **Y:**    **Z:**



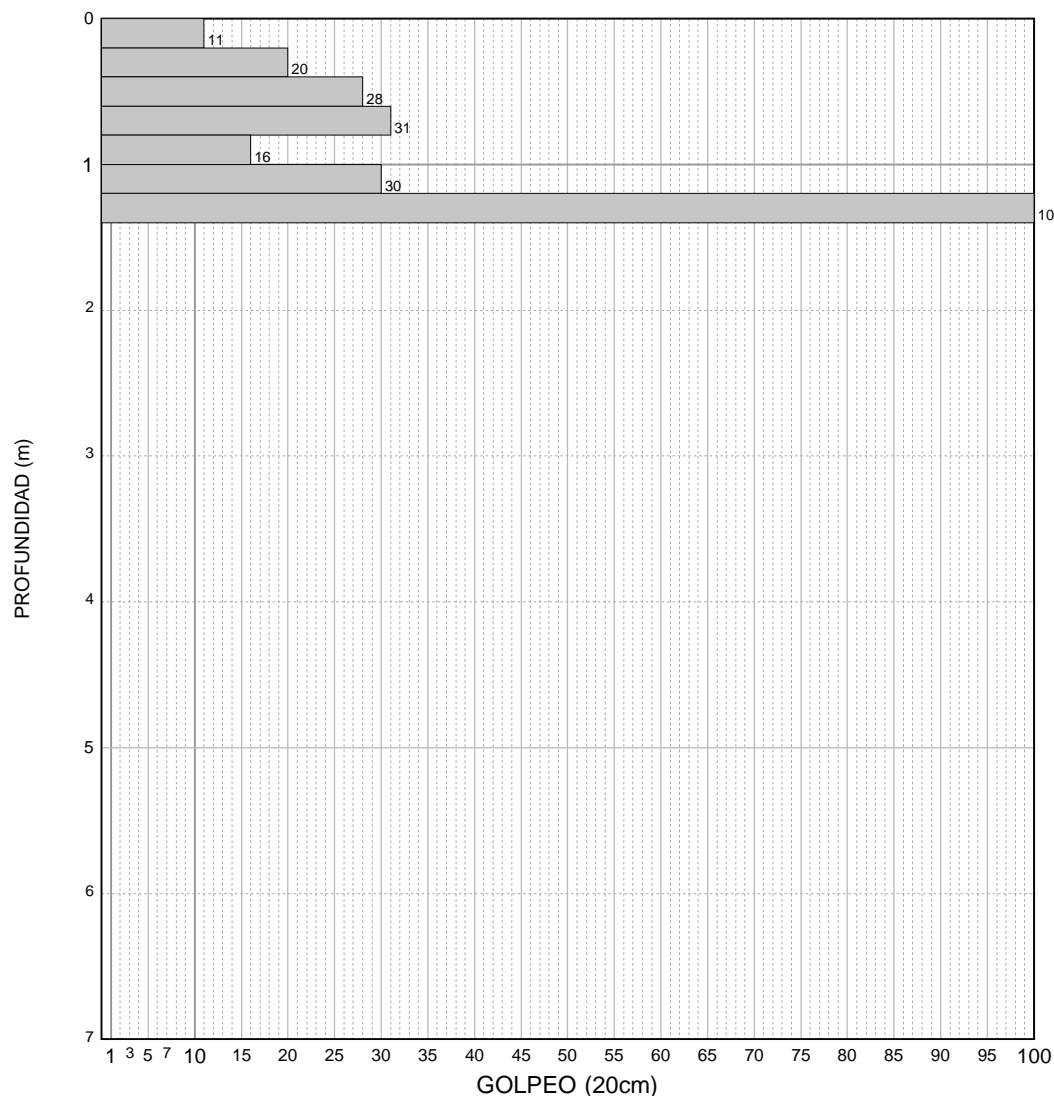
Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	19
0,20-0,40	22
0,40-0,60	16
0,60-0,80	16
0,80-1,00	21
1,00-1,20	22
1,20-1,40	28
1,40-1,60	56
1,60-1,80	71
1,80-2,00	100 BAJA 15 cm



**Equipo** Automático **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76 **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728 **Nº REF.:** .2025/6461  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER **X:** **Y:** **Z:**

**FECHA:** 28/05/2025



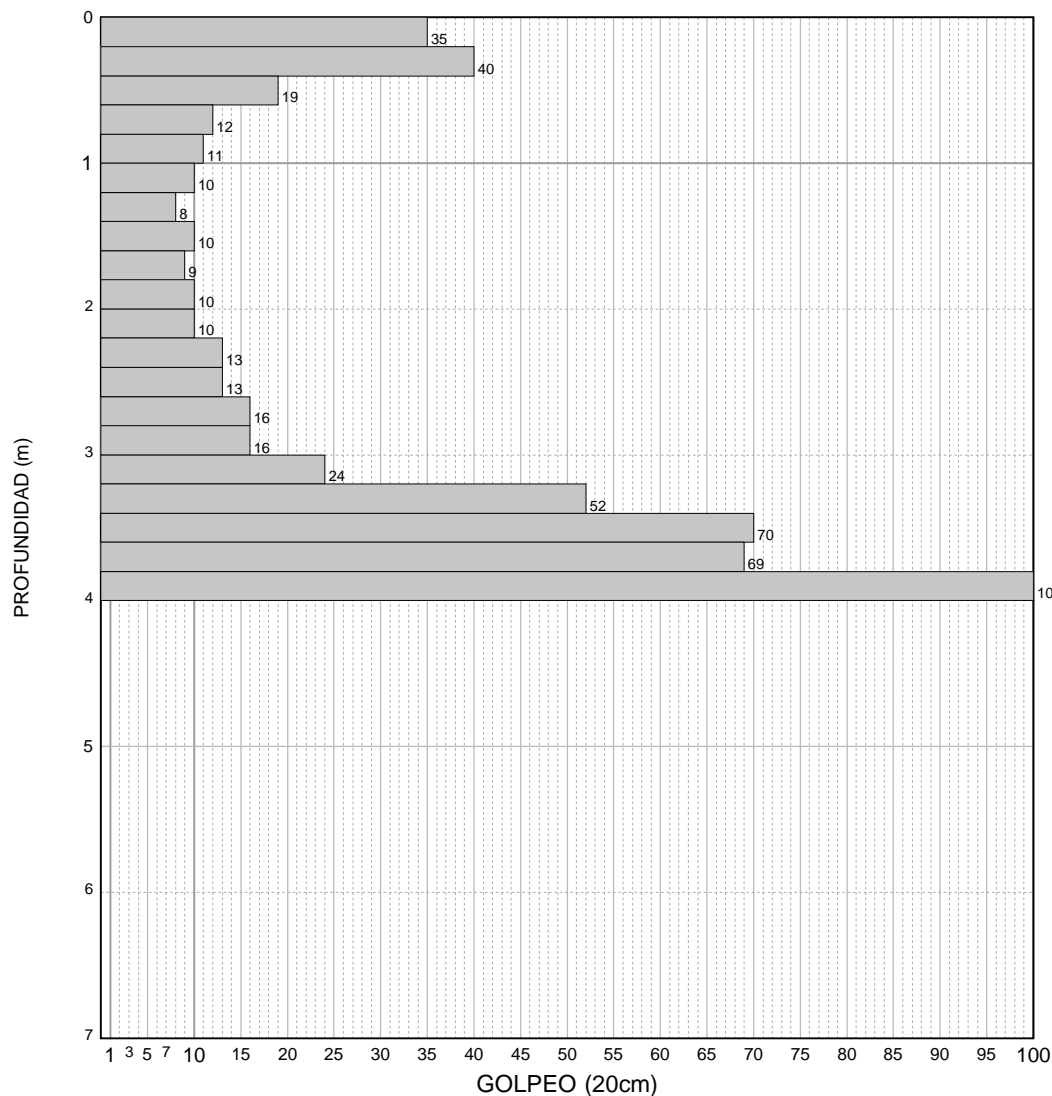
Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	11
0,20-0,40	20
0,40-0,60	28
0,60-0,80	31
0,80-1,00	16
1,00-1,20	30
1,20-1,40	100 BAJA 12 cm



**Equipo** Automático **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76 **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728 **Nº REF.:** .2025/6554  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER **X:** **Y:** **Z:**

**FECHA:** 30/05/2025

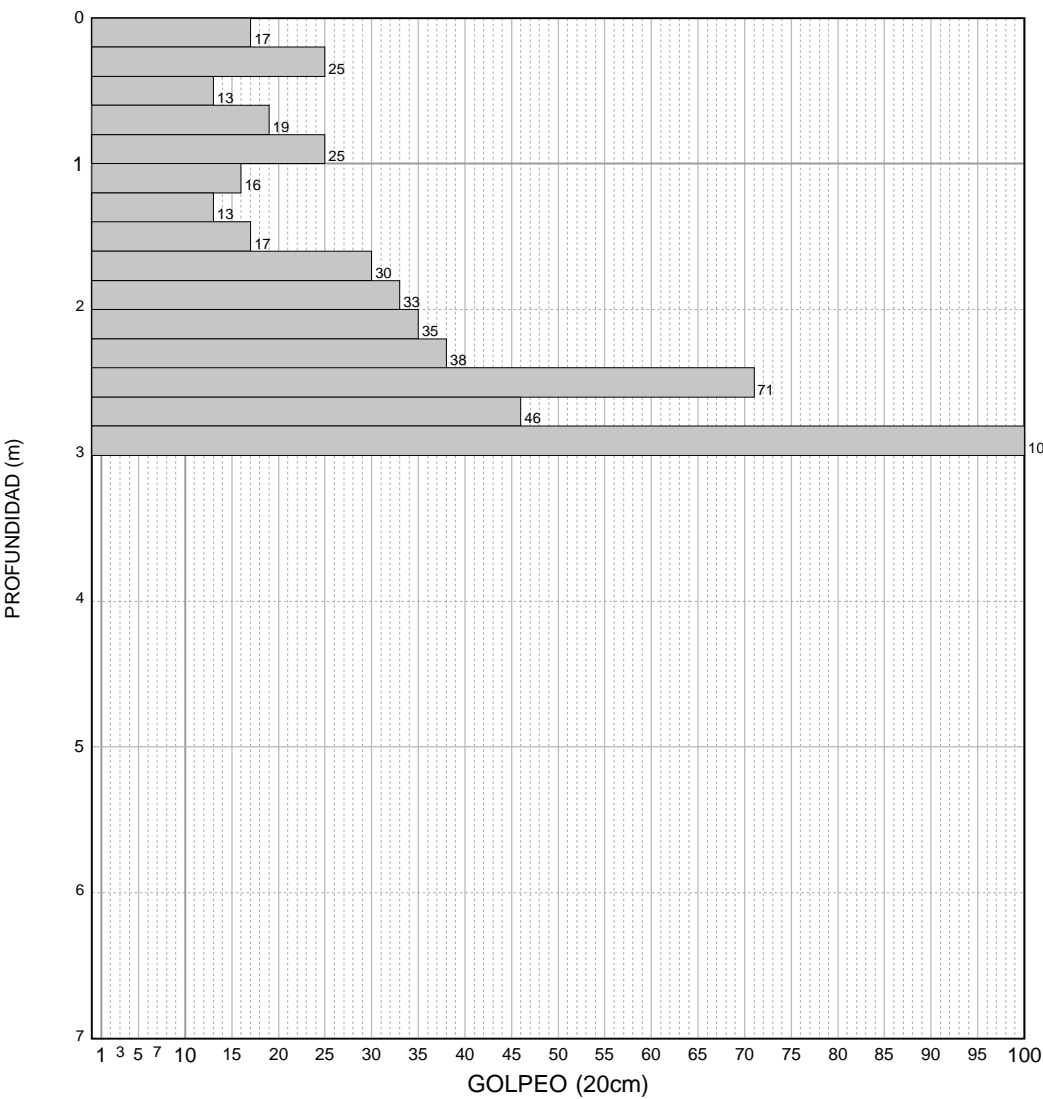


Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	35
0,20-0,40	40
0,40-0,60	19
0,60-0,80	12
0,80-1,00	11
1,00-1,20	10
1,20-1,40	8
1,40-1,60	10
1,60-1,80	9
1,80-2,00	10
2,00-2,20	10
2,20-2,40	13
2,40-2,60	13
2,60-2,80	16
2,80-3,00	16
3,00-3,20	24
3,20-3,40	52
3,40-3,60	70
3,60-3,80	69
3,80-4,00	100 BAJA 16 cm



**Equipo** Automático    **Área punta** 20 cm²  
**Modelo** ML-76    **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg    **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm    **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728    **Nº REF.:** .2025/6460    **FECHA:** 28/05/2025  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER    **X:**    **Y:**    **Z:**



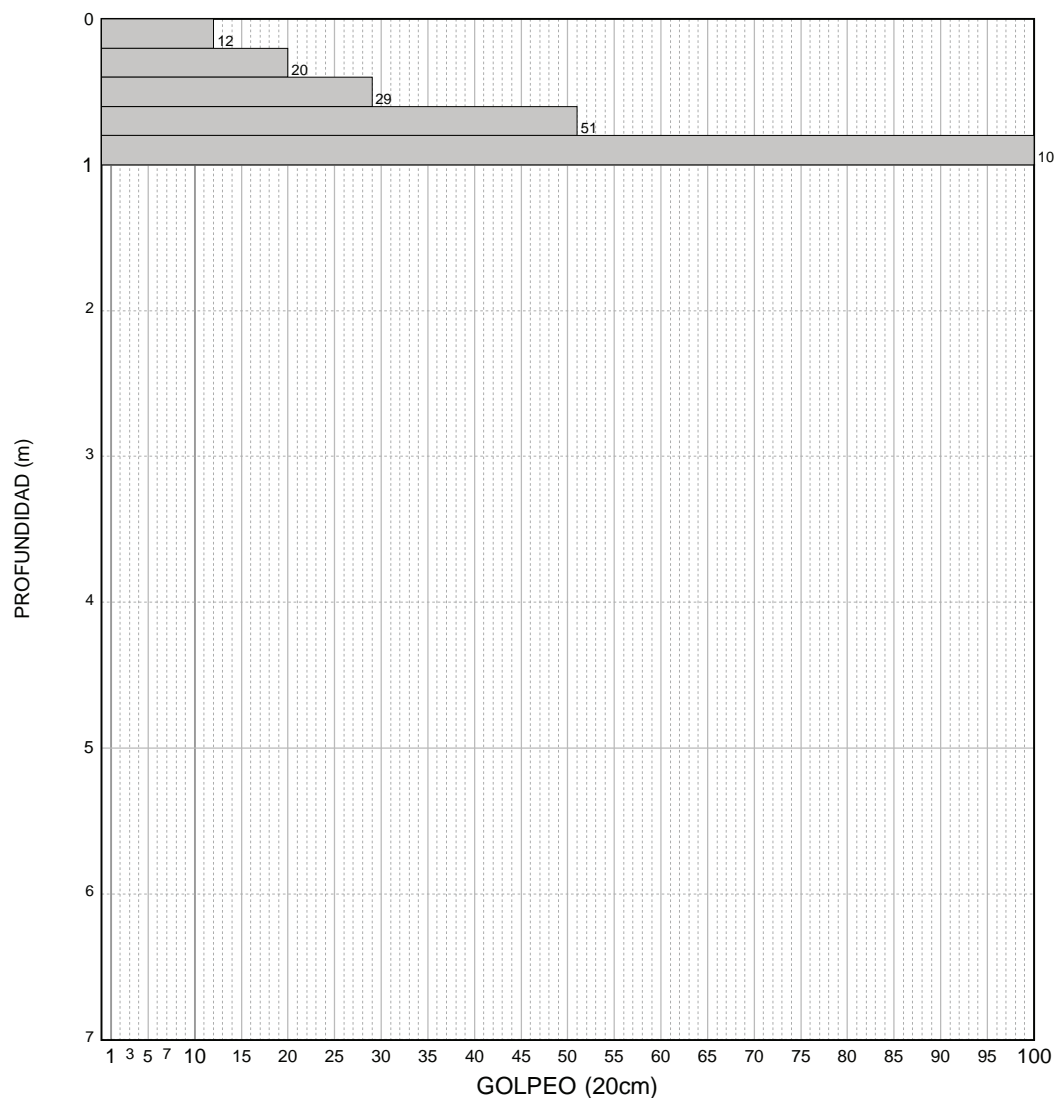
Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	17
0,20-0,40	25
0,40-0,60	13
0,60-0,80	19
0,80-1,00	25
1,00-1,20	16
1,20-1,40	13
1,40-1,60	17
1,60-1,80	30
1,80-2,00	33
2,00-2,20	35
2,20-2,40	38
2,40-2,60	71
2,60-2,80	46
2,80-3,00	100 BAJA 14 cm



**Equipo** Automático **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76 **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728 **Nº REF.:** .2025/6557  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER **X:** **Y:** **Z:**

**FECHA:** 30/05/2025



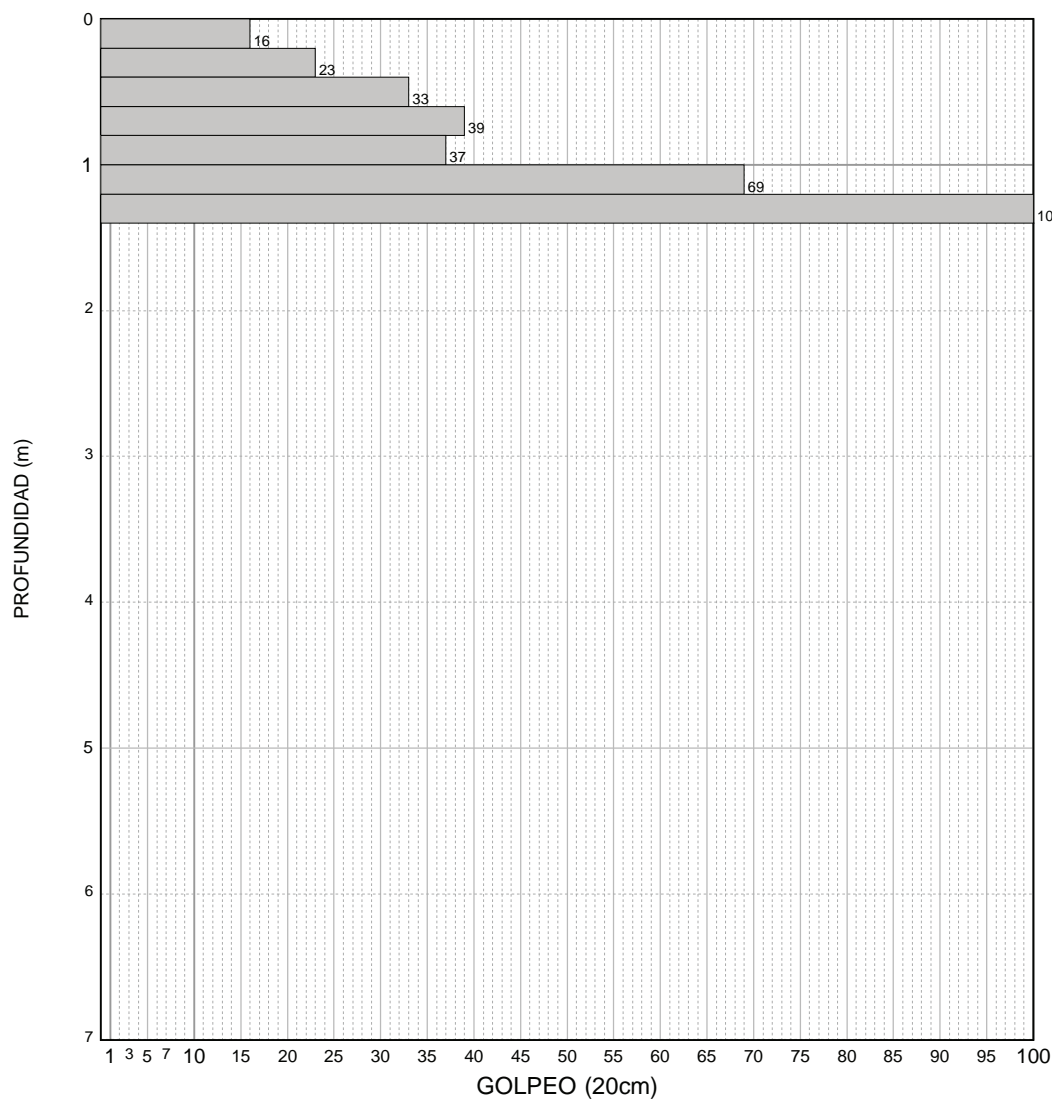
Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	12
0,20-0,40	20
0,40-0,60	29
0,60-0,80	51
0,80-1,00	100 BAJA 1 cm



**Equipo** Automático **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76 **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728 **Nº REF.:** .2025/6555  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER **X:** **Y:** **Z:**

**FECHA:** 30/05/2025



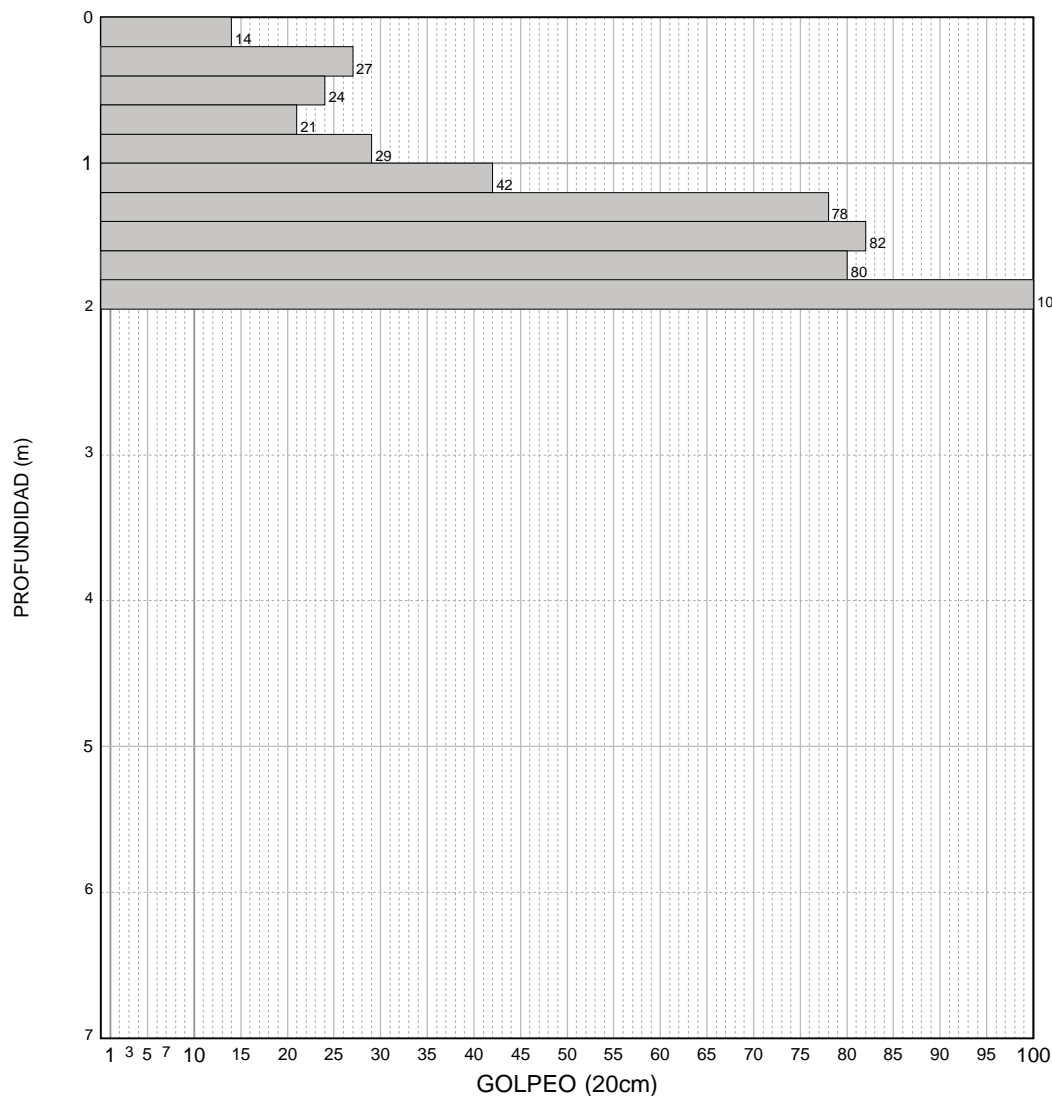
Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	16
0,20-0,40	23
0,40-0,60	33
0,60-0,80	39
0,80-1,00	37
1,00-1,20	69
1,20-1,40	100 BAJA 3 cm



**Equipo** Automático **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76 **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728 **Nº REF.:** .2025/6559  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER **X:** **Y:** **Z:**

**FECHA:** 30/05/2025



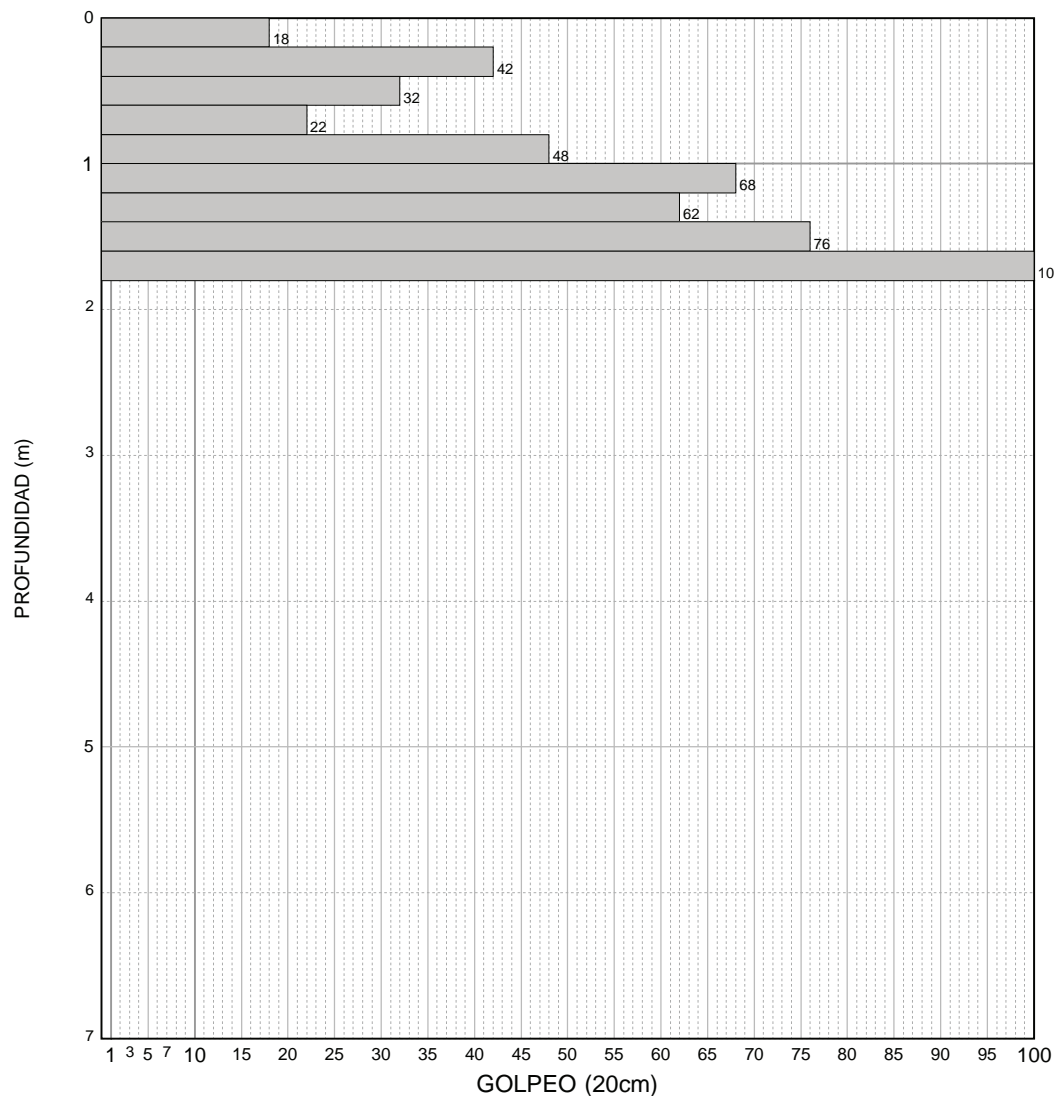
Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	14
0,20-0,40	27
0,40-0,60	24
0,60-0,80	21
0,80-1,00	29
1,00-1,20	42
1,20-1,40	78
1,40-1,60	82
1,60-1,80	80
1,80-2,00	100 BAJA 2 cm



**Equipo** Automático **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76 **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728 **Nº REF.:** .2025/6558  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER **X:** **Y:** **Z:**

**FECHA:** 30/05/2025



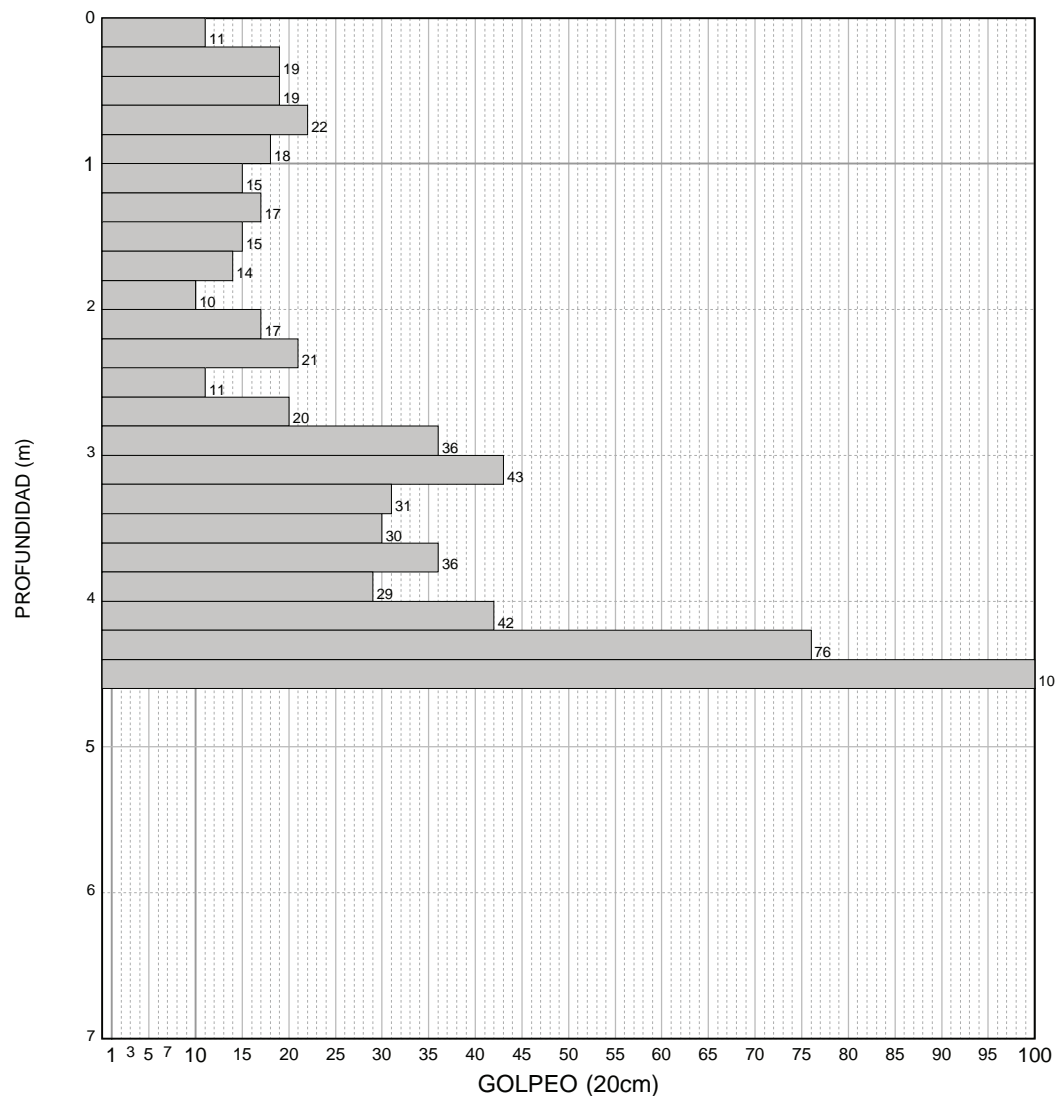
Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	18
0,20-0,40	42
0,40-0,60	32
0,60-0,80	22
0,80-1,00	48
1,00-1,20	68
1,20-1,40	62
1,40-1,60	76
1,60-1,80	100 BAJA 11 cm



**Equipo** Automático **Área punta** 20 cm<sup>2</sup>  
**Modelo** ML-76 **Diámetro** 50.5 mm  
**Maza** 63.5 kg **Peso varilla** 8.0 kg  
**Altura** 75 cm **Altura** 35 mm

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº OBRA:** 4728 **Nº REF.:** .2025/6556  
**OPERADOR:** JOSÉ AISA FERRER **X:** **Y:** **Z:**

**FECHA:** 30/05/2025



Profundidad (m)	Golpes
0,00-0,20	11
0,20-0,40	19
0,40-0,60	19
0,60-0,80	22
0,80-1,00	18
1,00-1,20	15
1,20-1,40	17
1,40-1,60	15
1,60-1,80	14
1,80-2,00	10
2,00-2,20	17
2,20-2,40	21
2,40-2,60	11
2,60-2,80	20
2,80-3,00	36
3,00-3,20	43
3,20-3,40	31
3,40-3,60	30
3,60-3,80	36
3,80-4,00	29
4,00-4,20	42
4,20-4,40	76
4,40-4,60	100 BAJA 16 cm



## APÉNDICE VI

### COLUMNAS DE LOS SONDEOS. FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6729


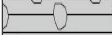

**Sondista:** ANTONIO CORTES AEDO

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 643828

**Y:** 4630471

**Z:** 256

Profundidad (m)	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Químico	
							Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	w (%)	5	0,08	LL	LP		IP	w (%)	D. max (g/cm³)	Colapso I <sub>c</sub>
0		-0,30		0,30m	De 0 a 0,3m: TIERRA VEGETAL. Grava con cantos subredondeados de hasta 7 cm y matriz limosa marrón con abundante materia orgánica.																	
-0,5	113	-1,20		0,90m	De 0,30 a 1,2m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Glacis: Grava con cantos angulosos, heterométricos (hasta 4 cm) y calcíticos, con matriz limo-arenosa beige.																	
-1					De 1,20 a 3,7m: Limo arenoso beige a marrón con tramos en los que aparecen abundantes precipitados, filamentos de sales blancas.																	
-1,5																						
-2																						
-2,5																						
-3																						
-3,5		-3,70		2,50m																		
-4					De 3,70 a 7,9m: Limo arcilloso marrón con abundantes precipitados de sales blanquecinas.																	
-4,5																						
-5																						
-5,5																						
-6																						
-6,5																						
-7	98																					
-7,5																						
-8		-7,90		4,20m																		
-8,5					De 7,90 a 9,6m: Arena limosa marrón anaranjado con precipitados de óxidos naranjados.																	
-9																						
-9,5	86																					
-10		-9,60		1,70m																		

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6729

**Sondista:** ANTONIO CORTES AEDO

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 643828

**Y:** 4630471

**Z:** 256

Profundidad (m)	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			w (%)	Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Colapso I <sub>c</sub>	Químicos	
							Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id		5	0,08	LL	LP	IP		w (%)	D. max (g/cm³)		Sulfatos (mg/kg)	Acided Baumann Gully (ml/kg)
10	86	12,00		0,00m	De 9,60 a 12m: TERRAZA ALUVIAL. Grava con cantos subredondeados a subangulosos, heterométricos (hasta 5-6 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos) con matriz.		10,20	25-25-R	25															
10,5					10,60																			
11																								
11,5																								
12					12m: FONDO DEL SONDEO																			
12,5																								
13																								
13,5																								
14																								
14,5																								
15																								
15,5																								
16																								
16,5																								
17																								
17,5																								
18																								
18,5																								
19																								
19,5																								
20																								

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/6729  
**Supervisor:** domingo Carbonel  
**Sondista:** ANTONIO CORTES AEDO

**FECHA:** 03/06/2025  
**X:** 643828  
**Y:** 4630471  
**Z:** 256



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 9.00 m



De 9.00 a 12.00 m.

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6730




**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 643898

**Y:** 4630360

**Z:** -

Profundidad (m)	Revestimiento	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			w (%)	Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Químicos																						
								Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id		5	0,08	LL	LP	IP		w (%)	D. max (g/cm³)	H. Libre (%)	Sulfatos (mg/kg)	Acided Baumann Gully (ml/kg)																				
0	113	113	-1,00		1,00m	De 0 a 1m: RELLENO. Limo marrón con abundantes cantos.		1,80 2,40	14-10-21-23	31	1,20 1,80	22-19-24-23	MI-1	10,8	93	77,5	23,8	17,2	6,6	CL-ML			0,20	<100	<2																				
-0,5																																													
-1										7,00m			De 1,00 a 8m: SUSTRATO Terciario. Arcilla gris a gris verdosa. Se observan precipitados de óxidos anaranjados.																																
-1,5																																													
-2																																													
-2,5																																													
-3																																													
-3,5																																													
-4																																													
-4,5																																													
-5																																													
-5,5																																													
-6	98		-8,00		8,00m	De 8,00 a 9m: Arcillas grises con nódulos de yeso alabastrino																																							
-6,5																																													
-7																																													
-7,5																																													
-8																																													
-8,5																																													
-9																																													
-9,5																																													
-10																																													

## Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/6730  
**Supervisor:** domingo Carbonel  
**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025  
**X:** 643898  
**Y:** 4630360  
**Z:** -



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m.



De 6.00 a 9.00 m.

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

Peticionario: Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
Obra: CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

Nº Obra: 4728  
Supervisor: Domingo Carbonel  
Nº Ref.: .2025/7333  
Sondista: KRASIMIR GEORGIEV BALEV

FECHA: 12/06/2025 X: 644088 Y: 4630269 Z: 267

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Químicos													
					Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	5	0,08	LL	LP	IP		w (%)	D. max (g/cm³)	H. Libre (%)	Sulfatos (mg/kg)												
0		0,60m	De 0 a 0,6m: RELLENO. Grava con cantos angulosos a subangulosos, heterométricos y poligénicos con matriz arenosa marrón rojizo.																													
0,5		De 0,60 a 1,1m: Arcilla margosas gris con cantos.	1,80 2,40																		11-17-20-15	MI-1	98	88,2	54,7	28,2	26,5	CH			3,23	<100
1	De 1,10 a 4m: SUSTRATO TERCIARIO. Arcilla marrón grisáceo.																															
1,5																																
2																																
2,5																																
3																																
3,5																																
4	2,90m	De 4,0 a 8m: Arcillas beiges.																				4,00 4,60	13-16-15-25	31								
4,5																																
5																																
5,5																																
6																																
6,5																																
7			8,00m. FONDO DEL SONDEO																													
7,5																																
8																																
8,5																																
9																																
9,5																																
10																																

Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/7333  
**Supervisor:** Domingo Carbonel  
**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 12/06/2025  
**X:** 644088  
**Y:** 4630269  
**Z:** 267



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 8.00 m

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/7335

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 12/06/2025

**X:** 644083

**Y:** 4630165

**Z:** 266

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Químicos
					Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	5	0.08	LL	LP	IP		w (%)	D. max (g/cm³)	
0			De 0 a 0.6m: RELLENO.																
0.5		0.60m	Grava con cantos redondeados a subredondeados y matriz muy arenosa.																
1			De 0.60 a 1.8m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO.																
1.5		1.20m	Grava con cantos subredondeados a subangulosos, heterométricos (hasta 5-6 cm), con matriz arenosa beige muy abundante.		1.80 1.83	R	0	1.80 2.40		MA-1	25	14.9	18.7	13.1	5.6	GC		<100	
2			De 1.80 a 3m: Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 10 cm) y poligénicos (cuarcitas y calcíctas) con matriz arenosa cementada en algunos tramos.																
2.5		1.20m																	
3			De 3.00 a 4.2m: Grava con cantos calcítico angulosos de hasta 4 cm, con matriz arcillosa beige.		4.00 4.10	R	0												
3.5		1.20m																	
4			De 4.20 a 5.7m: SUSTRATO TERCIARIO.																
4.5			Arcilla beige.																
5		1.50m																	
5.5			De 5.70 a 8m: Arcilla marrón.					6.00 6.49	26-49-R	MI-1									
6																			
6.5																			
7																			
7.5																			
8		2.30m																	
8.5			8m. FONDO DEL SONDEO																
9																			
9.5																			
10																			

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/7335  
**Supervisor:** Domingo Carbonel  
**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 12/06/2025  
**X:** 644083  
**Y:** 4630165  
**Z:** 266



Emplazamiento



De 0,00 a 3,00 m



De 3,00 a 6,00 m



De 6,00 a 8,00 m

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:**

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6722

**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 644330

**Y:** 4629940

**Z:** 261,5

Profundidad (m)	Revestimiento	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Químicos	
								Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	5	0,08	LL	LP	IP		Sulfatos (mg/kg)	Acided Baumann Gully (ml/kg)
0			-0,45		0,45m	De 0 a 0,45m: TIERRA VEGETAL. Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 5 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos), con matriz arenosa limosa marrón oscuro.															
0,5						De 0,45 a 3,6m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Gravas con cantos subangulosos a subredondeados, heterométricos (hasta 8 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos), con matriz arenosa beige.															
1																					
1,5																					
2																					
2,5								2,00	18-32-45-50	77											
3								2,60			2,60		MA-1	50	11,4	NP	NP	NP	GW-GM	<100	<2
3,5																					
4																					
4,5																					
5																					
5,5																					
6																					
6,5																					
7																					
7,5																					
8																					
8,5																					
9																					
9,5																					
10																					

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:**

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6722


**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 644330

**Y:** 4629940

**Z:** 261,5

Profundidad (m)	Revestimiento	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Químicos	
								Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	5	0,08	LL	LP	IP		Sulfatos (mg/kg)	Acided Baumann Gully (ml/ka)
10	98		-10,50		1,80m																
10,5					De 10,50 a 12m: SUSTRATO TERCIARIO. Arcilla gris verdoso con precipitados de yeso y óxidos anaranjados.																
11																					
11,5					0,60m																
12			-12,00			12m: FONDO DEL SONDEO															
12,5																					
13																					
13,5																					
14																					
14,5																					
15																					
15,5																					
16																					
16,5																					
17																					
17,5																					
18																					
18,5																					
19																					
19,5																					
20																					

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:**

**Nº Ref.:** .2025/6722

**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 644330

**Y:** 4629940

**Z:** 261,5



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 9.00 m



De 9.00 a 12.00 m

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6909

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 644320

**Y:** 4629788

**Z:** 262

Profundidad (m)	Revestimiento	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra		Proctor Modif.	
								Cota	Nº de golpes	N	Cota	Id	w (%)	D. max (g/cm³)
0			-0,20		0,20m	De 0,20 a 8m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Gravas con cantos subangulosos a subredondeados, heterométricos (hasta 10 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos), con matriz arenosa marrón beige.								
0,5								1,20 1,31	R	0				
1														
1,5														
2														
2,5														
3	150													
3,5														
4		98						4,00 4,10	R	0				
4,5														
5														
5,5														
6														
6,5														
7														
7,5														
8			-8,00		0,80m	8m: FONDO DEL SONDEO								
8,5														
9														
9,5														
10														

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Nº Ref.:** .2025/6909

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 644320

**Y:** 4629788

**Z:** 262



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m.



De 3.00 a 6.00 m.



De 6.00 a 8.00 m

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6916


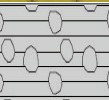

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 644441

**Y:** 4629751

**Z:** 260

Profundidad (m)	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	H. Libre (%)	Químicos		
							Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	w (%)	5	0,08	LL	LP			IP	Sulfatos (mg/kg)	Acided Baumann Gully
0		-0,30		0,30m	De 0 a 0,3m: TIERRA VEGETAL. Grava con cantos subangulosos y matriz arenosa limosa marrón con abundante materia orgánica.																	
0,5					De 0,30 a 1,8m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 9 cm) y poligénicos, (cuarcíticos y calcácicos), con matriz arenosa beige.																	
1				1,50m	De 1,80 a 6m: SUSTRATO TERCIARIO. Arcilla gris verdosa con precipitados de óxidos anaranjados a favor de planos de slickensides.																	
1,5		-1,80																				
2							1,80	16-14-17-27	31													
2,5							2,40															
3																						
3,5																						
4																						
4,5	98						4,30															
5							4,90	7-14-18-22				MI-1	21,2	100	98,3	53,6	25,0	28,6	CH	4,95	<100	2
5,5																						
6		-6,00		4,20m	De 6,00 a 9,6m: Arcilla gris beige con precipitados de yesos sacaroso.																	
6,5																						
7																						
7,5																						
8																						
8,5							8,00	9-2-24-31	26													
9							8,60															
9,5		-9,60		3,60m	De 9,60 a 10m: Arcilla gris verdosa con precipitados de óxidos anaranjados.																	
10		-10,00		0,40m																		

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6916


**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 644441

**Y:** 4629751

**Z:** 260

Profundidad (m)	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	H. Libre (%)	Químicos		
							Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	w (%)	5	0,08	LL	LP			IP	Sulfatos (mg/kg)	Acided Baumann Gully
10	98	12,00		2,00m	De 10,00 a 12m: Arcilla gris oscuro.		10,00	14-18-19-24	37													
10,5					10,60																	
11																						
11,5																						
12					12m: FONDO DEL SONDEO																	
12,5																						
13																						
13,5																						
14																						
14,5																						
15																						
15,5																						
16																						
16,5																						
17																						
17,5																						
18																						
18,5																						
19																						
19,5																						
20																						

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Nº Ref.:** .2025/6916

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 644441

**Y:** 4629751

**Z:** 260



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 9.00 m.



De 9.00 a 12.00 m

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6911



**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 643963

**Y:** 4630328

**Z:** 266

Profundidad (m)	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			w (%)	Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Químicos	
							Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id		5	0,08	LL	LP	IP		w (%)	D. max (g/cm³)		H. Libre (%)
0	113	-0,15		0,15m	De 0,15 a 2,8m: SISTRATO TERCIARIO. Arcilla marrón cn precipitados de óxidos a favor de plano de slickensides.		1,80 2,40	6-6-8-10	14	1,20 1,80	9-12-17-21	MI-1	26,9	94	78,2	57,6	26,7	30,9	CH			2,35	986
0,5	98	-2,80		2,65m	De 2,80 a 9m: Arcilla gris verdoso con algunos precipitados de yesos sacaroso. Se observan precipitados de óxidos anaranjados a favor de planos de slickensides.		4,20 4,80	6-15-13-22	28														
1																							
1,5																							
2																							
2,5																							
3																							
3,5																							
4																							
4,5																							
5																							
5,5																							
6																							
6,5																							
7																							
7,5																							
8																							
8,5																							
9																							
9,5																							
10																							

## Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/6911  
**Supervisor:** Domingo Carbonel  
**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025  
**X:** 643963  
**Y:** 4630328  
**Z:** 266



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 9.00 m.

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6903

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 644300

**Y:** 4629889

**Z:** 261,8

Profundidad (m)	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Químicos		
							Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	5	0,08	LL	LP	IP		Sulfatos (mg/kg)	Acidez Baumann Gully	
0	98	-0,10		0,10m	De 0,10 a 2,5m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Gravas con cantos subangulosos a subredondeados, heterométricos (hasta 6 cm) y poligénicos, con matriz arenosa beige, en ocasiones parcialmente cementada.		1,80 2,40	12-42-43-48	85	1.80 2.40		SPT-1	69	39,8	35,2	17,5	17,7	GC	<100	<2	
-0,5																					
-1																					
-1,5																					
-2																					
-2,5		-2,50	2,40m	De 2,50 a 6m: Gravas con cantos subredondeados a subangulosos, heterométricos (hasta 6 cm) y poligénicos con matriz parcialmente arenosa marrón muy abundante.	6,00 6,07		R	0	8,00 8,26	26-R	MI-1										
-3																					
-3,5																					
-4																					
-4,5																					
-5		-6,00	-7,40		3,50m		De 6,00 a 7,4m: SUSTRATO TERCIARIO. Arcilla marrón hasta marrón verdosa. Incorpora algún canto procedente del nivel superior.														
-5,5																					
-6																					
-6,5																					
-7																					
-7,5	-7,40			1,40m	De 7,40 a 12m: Arcilas gris verdoso con algunos nódulos y precipitados de yeso.																
-8																					
-8,5																					
-9																					
-9,5																					
-10																					

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6903


**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 644300

**Y:** 4629889

**Z:** 261,8

Profundidad (m)	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Químico			
							Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	5	0,08	LL	LP	IP		Sulfatos (mg/kg) Acided Baumann Gully			
10	98	12,00		0,60m	De 7,40 a 12m: Arcilas gris verdoso con algunos nódulos y precipitados de yeso.																	
10,5																						
11																						
11,5																						
12																						
12,5																						
13																						
13,5																						
14																						
14,5																						
15																						
15,5																						
16																						
16,5																						
17																						
17,5																						
18																						
18,5																						
19																						
19,5																						
20																						

## Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Nº Ref.:** .2025/6903

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 05/06/2025

**X:** 644300

**Y:** 4629889

**Z:** 261,8



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 9.00 m



De 9.00 a 12.00 m.

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6726

**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 644554

**Y:** 4630475

**Z:** 253,5

Profundidad (m)	Revestimiento	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Químicos			
								Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	w (%)	5	0,08	LL	LP		IP	w (%)	D. max (g/cm³)	Colapso I <sub>c</sub>	Sulfatos (mg/kg)	Acided Baumann Gully
0			-0,25		0,25m	De 0 a 0,25m: TIERRA VEGETAL. Limo arenoso marrón anaranjado con cantos y abundante materia orgánica.																			
0,5						De 0,25 a 1,8m: RELLENO. Gravas con cantos subangulosos heterométricos (hasta 11 cm) y poligénicos con matriz arenosa marrón anarajada.		1,20																	
1								1,80	4-4-4-9	8															
1,5			-1,80		1,55m																				
2						De 1,80 a 4m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Limo marrón con cantos, precipitados filamentosos de sales blanquecinas y restos de materia orgánica carbonizada. Abundante cantos.		2,40																	
2,5								2,66			11-14-18-18	MI-1	9,9	96	67,8	32,2	14,8	17,4	CL			1,05	<100		
3																									
3,5	113	113																							
4			-4,00		2,20m																				
4,5						De 4,00 a 6,85m: Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 7 cm) y poligénicos con matriz limo arenosa a arenosa beige hasta marrón anaranjado.		4,80																	
5								5,40	17-12-15-22	27															
5,5																									
6																									
6,5																									
7			-6,85		2,85m																				
7,5						De 6,85 a 7,68m: Limo arenoso marrón beige con algún canto anguloso de hasta 2 cm.																			
8			-7,68		0,83m																				
8,5			-7,96		0,08m	De 7,68 a 7,96m: Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 7 cm) y poligénicos con matriz limo arenosa a arenosa beige hasta marrón anaranjado.		7,68																	
9						7,96m. FONDO DEL SONDEO		7,96	36-R	0															
9,5																									
10																									

## Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Nº Ref.:** .2025/6726

**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 644554

**Y:** 4630475

**Z:** 253,5



Emplamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 7.96 m.

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6728

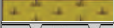

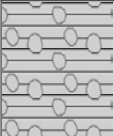

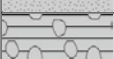
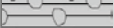
**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 644484

**Y:** 4630404

**Z:** 253,6

Profundidad (m)	Revestimiento	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra		Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Químicos															
								Cota	Nº de golpes	N	Cota	Id	5	0,08	LL	LP	IP		Sulfatos (mg/kg)	Acided Baumann Gully														
0	113		-0,30		0,30m	De 0 a 0,3m: TIERRA VEGETAL. Grava con abundante materia orgánica.																												
-0,5			113	-1,20		0,90m															De 0,30 a 1,2m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 5 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos) con matriz limosa beige.	1,20 1,80	27-34-46-46	80	3,30 3,80	MA-1	52	18	15,6	12,8	2,8	GM	<100	<2
-1																																		
-1,5																																		
-2																																		
-2,5		98	-2,90		1,70m	De 1,20 a 2,9m: Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 10 cm) y poligénicos con matriz arenosa marrón anaranjada.		6,60 6,69	R	0	8,40 9,00	MA-2																						
-3																																		
-3,5																																		
-4																																		
-4,5																																		
-5		-3,30		0,40m	De 2,90 a 3,3m: Arena grano medio marrón anaranjado.																													
-5,5																																		
-6																																		
-6,5																																		
-7																																		
-7,5																																		
-8																																		
-8,5																																		
-9																																		
-9,5																																		
-10			-8,40		5,10m	De 3,30 a 8,4m: Grava con cantos subangulosos a subredondeados, heterométricos (hasta 7 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos) con matriz arenosa marrón anaranjada en ocasiones algo cementada.																												
-8,5	98	-8,90		0,50m																De 8,40 a 8,9m: Arena marrón anaranjado con cantos abundantes.														
-9																																		
-9,5																																		
-10																																		

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6728

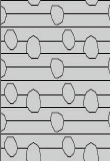
**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025

**X:** 644484

**Y:** 4630404

**Z:** 253,6

Profundidad (m)	Revestimiento	Diámetro (mm)	Cota (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra		Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Químicos	
								Cota	Nº de golpes	N	Cota	Id	5	0,08	LL	LP	IP		Sulfatos (mg/kg)	Acidez Baumann Gully
10		88			0,00m	De 8,90 a 12m: Grava con cantos subangulosos a subredondeados, heterométricos (hasta 9 cm) y poligénicos, con matriz arenosa beige.														
10,5																				
11		86																		
11,5																				
12		12,00																		
12,5						12m. FONDO DEL SONDEO														
13																				
13,5																				
14																				
14,5																				
15																				
15,5																				
16																				
16,5																				
17																				
17,5																				
18																				
18,5																				
19																				
19,5																				
20																				

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/6728  
**Supervisor:** domingo Carbonel  
**Sondista:** ABDOU LOUCAR

**FECHA:** 03/06/2025  
**X:** 644484  
**Y:** 4630404  
**Z:** 253,6



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 9.00 m



De 9.00 a 12.00 m

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6980

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 06/06/2025

**X:** 644499

**Y:** 4630514

**Z:** 250,6

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Sulfatos (mg/kg)
					Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	5	0,08	LL	LP	IP		
0		0,30m	De 0 a 0,3m: BELLINO TIERRA VEGETAL. Gravel con cantos subangulosos.														
1		0,80m	De 0,30 a 1,1m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Grava con cantos subangulosos poligénicos (cuarcíticos y calcíticos) heterométricos (hasta 6 cm) y matriz limo-arenosa marrón.														
2		1,60m	De 1,10 a 2,7m: Limo marrón a marrón oscuro. Se observa algún canto de pequeño tamaño y precipitados de sales blancas.		1,20 1,80	6-8-9-11	17										
3			De 2,70 a 5,4m: Limo beige.														
4																	
5		2,70m	De 5,40 a 9,6m: Limo arenoso marrón. Se observa algún canto y algún precipitado de sales blanquecinas. Intercala pequeños niveles de arena (hasta 10 cm) beige.		4,80 5,40	15-14-18-25	32	4,20 4,80	26-18-29-34	MI-1	97	89,3	27,7	15,9	11,8	CL	<100
6																	
7																	
8					7,40 8,00	16-11-12-14	23										
9		4,20m															
10			De 9,60 a 12m: Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 9 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos) con matriz arenosa beige.														
11		2,40m															
12			12m. FONDO DEL SONDEO		11,40 11,45	R	0										
13																	
14																	

## Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Nº Ref.:** .2025/6980

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 06/06/2025

**X:** 644499

**Y:** 4630514

**Z:** 250,6



Emplamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 9.00 m



De 9.00 a 12.00 m

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6982

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 06/06/2025

**X:** 644444

**Y:** 4630354

**Z:** 253

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra		Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Químicos Sulfatos (mg/kg)
					Cota	Nº de golpes	N	Cota	Id	5	0.08	LL	LP	IP		
0		2.40m	De 0 a 2.4m: RELLENO. Grava con cantos angulosos heterométricos y poligénicos, con matriz arenosa en la que se distinguen restos antrópicos.		1.80	20-12-17-21	29									
0.5					2.40											
1																
1.5																
2		0.60m	De 2.40 a 3m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Limos muy arenoso beige con cantos angulosos de hasta 2 cm de tamaño muy abundantes.		4.00	R	0	4.20								
2.5			De 3.00 a 5.2m: Grava con cantos subredondeados, heterométricos (hasta 8 cm) y fundamentalmente calcíticos, con matriz arenosa beige muy abundantes.		4.10											
3																
3.5																
4		2.20m			4.20			MA-1		37	8.6	NP	NP	NP	GP-GM	<100
4.5					4.80											
5																
5.5																
6		0.80m	De 5.20 a 6m: Limo muy arenoso beige.													
6.5			De 6.00 a 9m: Grava con cantos subredondeados, heterométricos (hasta 15 cm) y poligénicos (cuarcíticos y calcíticos), con matriz arenosa marrón. La proporción y tamaño de los cantos aumenta hacia muro.													
7																
7.5																
8		3.00m			8.00	R	0									
8.5					8.05											
9																
9.5																
10			9m. FONDO DEL SONDEO													

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Nº Ref.:** .2025/6982

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 06/06/2025

**X:** 644444

**Y:** 4630354

**Z:** 253



Emplazamiento



De 0,00 a 3,00 m



De 3,00 a 6,00 m



De 6,00 a 9,00 m

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6983


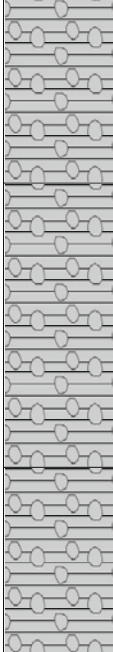
**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 06/06/2025

**X:** 644472

**Y:** 4630335

**Z:** 353

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra		Proctor Modif.					
					Cota	Nº de golpes	N	Cota	Id	w (%)	D. max (g/cm³)				
0		0.60m	De 0 a 0.6m: TIERRA VEGETAL. Grava con abundante materia orgánica. Aparecen restos de plástico negro.		1.80 2.40	19-22-30-32	52								
0.5			De 0.60 a 3m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Grava con cantos subangulosos, calcíticos y heterométricos (hasta 4 cm) con matriz arenosa beige muy abundante.												
1					4.00 4.10	R	0								
1.5															
2															
2.5															
3		2.40m													
3.5			De 3.00 a 6.6m: Grava con cantos angulosos, pologénicos de hasta 7 cm y matriz arenosa marrón rojizo.												
4															
4.5															
5															
5.5															
6															
6.5		3.60m													
7			De 6.60 a 9m: Grava cementada (mallacán).												
7.5															
8															
8.5															
9		2.40m													
9.5			9m. FONDO DEL SONDEO												
10															

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Nº Ref.:** .2025/6983

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 06/06/2025

**X:** 644472

**Y:** 4630335

**Z:** 353



Emplazamiento



De 0,00 a 3,00 m



De 3,00 a 6,00 m



De 6,00 a 8,00 m.

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/6974

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 06/06/2025

**X:** 644362

**Y:** 4629699

**Z:** 262

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra			Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Químicos
					Cota	Nº de golpes	N	Cota	Nº de golpes	Id	5	0,08	LL	LP	IP		w (%)	D. max (g/cm³)	
0		0,30m	De 0 a 0,30m: TIERRA VEGETAL. Grava con cantos angulosos, matriz arcillosa y abundante materia orgánica.																
1		1,50m	De 0,30 a 1,8m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Limo arenoso beige con algunos precipitados de sales blancas.		1,20 1,73	21-41-46-R	87												
2			De 1,80 a 4m: Grava con cantos subangulosos heterométricos y calcíticos (hasta 7 cm), con matriz arenosa beige muy abundante.																
3																			
4		2,20m	De 4,00 a 12m: SUSTRATO TERCIARIO. Arcilla marrón grisáceo a beige.		4,00 4,60	6-9-13-17	22												
5																			
6					6,00 6,60	15-21-32-36				MI-1	100	96,9	66,9	30,7	36,2	CH			1,17
7																			
8																			
9																			
10					10,00 10,60	25-38-40-42	78												
11																			
12		8,00m																	

12m. FONDO DEL SONDEO

### Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/6974  
**Supervisor:** Domingo Carbonel  
**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 06/06/2025  
**X:** 644362  
**Y:** 4629699  
**Z:** 262



De 0,00 a 3,00 m.



De 3,00 a 6,00 m.



De 6,00 a 9,00 m.



De 9,00 a 12,00 m.

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Nº Obra:** 4728

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Ref.:** .2025/7337

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 12/06/2025

**X:** 644360

**Y:** 4629819

**Z:** 261

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Ensayo S.P.T.			Muestra		Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		Químicos
					Cota	Nº de golpes	N	Cota	Id	5	0,08	LL	LP	IP		w (%)	D. max (g/cm³)	
0		0,15m	De 0,15 a 3m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Grava con cantos subangulosos, heterométricos (hasta 7 cm), con matriz arenosa beig.															
0,5																		
1																		
1,5																		
2					1,80													
2,5					2,40	28-38-44-56	82											
3		2,85m																
3,5		0,60m	De 3,00 a 3,6m: Arena beige con algunos cantos angulosos.															
4		0,30m	De 3,60 a 3,9m: Grava con abundante matriz marrón y materia orgánica.															
4,5			De 3,90 a 4,9m: Arena marrón rojiza.		4,00													
5		1,00m			4,60	25-36-40-R	76	4,00		SPT-2	88	60,3	NP	NP	NP	ML		<100
5,5			De 4,90 a 8m: Grava con cantos subangulosos a subredondeados, heterométricos (hasta 6 cm) y poligénicos, con matriz arenosa marrón a beige.					4,60										
6																		
6,5																		
7																		
7,5																		
8		3,10m																
8,5			8,00m. FONDO DEL SONDEO															
9																		
9,5																		
10																		

## Observaciones:

MI: Muestra inalterada; MA: Muestra a granel; TP: Muestra plastificada | B: Batería Simple; T: Batería doble; W: Corona de widia; D: Corona de diamante |

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Nº Ref.:** .2025/7337

**Supervisor:** Domingo Carbonel

**Sondista:** KRASIMIR GEORGIEV BALEV

**FECHA:** 12/06/2025

**X:** 644360

**Y:** 4629819

**Z:** 261



Emplazamiento



De 0.00 a 3.00 m



De 3.00 a 6.00 m



De 6.00 a 8.00 m

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

## APÉNDICE VII

### PERFILES LITOLÓGICOS DE CALICATAS. FOTOGRAFÍAS

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Nº Ref.:** .2025/11077

**Máquina:** RETROEXCAVADORA

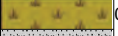
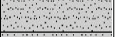

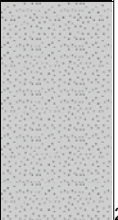
**Geólogo:** RUBEN ALIAGA CALVETE

**FECHA:** 16/09/2025

**X:** 644,585

**Y:** 4,629,996

**Z:** 260

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Muestra		Granulometría %		L. Atterberg			USCS	Proctor Modif.		CBR			Químicos			
					Cota	Id	5	0.08	LL	LP	IP		w (%)	D. max (g/cm³)	95 %	100 %	Hinch. (%)	M. Orgánica (%)	Sulfatos (mg/kg)	Sales solubles (%)	Yesos (%)
0		0.30m	De 0 a 0.3m: TIERRA VEGETAL.		1.0	MA-1	89	42.8	NP		NP	SM	8.8	2.05	12	23	0.0	0.18	1010	0.14	<0.1
0.5		0.70m	De 0.3 a 1m: R.CUATERNARIO. Limo arenoso beige anaranjado con precipitados de sales blancas y algún canto disperso.																		
1			De 1.0 a 3.05m: Arena limosa ocre a beige con abundantes cantos subredondeados de hasta 7 cm.																		
1.5		2.05m																			
2																					
2.5																					
3.2					3.05																
			3.05m. FONDO DEL SONDEO																		

### Observaciones:

Excavabilidad: Se excava sin dificultad; Estabilidad: Las paredes se mantienen verticales; Agua: No se detecta agua ni humedades.



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Máquina:** RETROEXCAVADORA

**Nº Ref.:** .2025/11078




**Geólogo:** RUBEN ALIAGA CALVETE

**FECHA:** 16/09/2025

**X:** 644,771

**Y:** 4,629,985

**Z:** 263

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Muestra		Granulometría %		L. Atterberg			USCS	PG-3	Proctor Modif.		CBR			Químicos			
					Cota	Id	5	0.08	LL	LP	IP			w (%)	D. max (g/cm³)	95 %	100 %	Hinch. (%)	M. Orgánica (%)	Sulfatos (mg/kg)	Sales solubles (%)	Yesos (%)
0		0.35m	De 0 a 0.35m: TIERRA VEGETAL.		0.35																	
0.5		0.95m	De 0.35 a 1.3m: R.CUATERNARIO. Arena limosa marrón amarillento con precipitados de sales blancas y abundantes cantos.			MA-1	69	35.6	28.6		7.4	SC	Tolerable	10.2	1.91	22	45	0.1	0.21	803	0.16	<0.1
1			De 1.3 a 2.8m: SISTRATO ALTERADO. Limo arenoso marrón grisáceo. Aparecen nódulos de carbonato y niveles de caliza margosa.			MA-2	70	39.2	37.6		14.2	SC	Tolerable	15.8	1.82	16	31	0.4	0.12	1470	0.19	0.27
1.5		1.50m				2.8																
2																						
2.5																						
3			2.8m. FONDO DEL SONDEO																			

#### Observaciones:


Excavabilidad: Se excava sin dificultad; Estabilidad: Las paredes se mantienen verticales; Agua: No se detecta agua ni humedades.



**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/11079  
**Máquina:** RETROEXCAVADORA  
**Geólogo:** RUBEN ALIAGA CALVETE

**FECHA:** 16/09/2025  
**X:** 644,691  
**Y:** 4,629,787  
**Z:** 257

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Muestra	
					Cota	Id
0		0.30m	De 0 a 0.3m: TIERRA VEGETAL.		0.3	MA-1
0.5		1.10m	De 0.3 a 1.4m: R.CUATERNARIO. Limo arenoso marrón anaranjado con precipitados de sales blancas y cantos dispersos.			
1		0.30m	De 1.4 a 1.7m: Gravas cementadas con cantos subangulosos a subredondeados, poligénicos y heterométricos (hasta 7cm) con matriz arenosa ocre.		1.4	MA-2
1.5			1.7m. FONDO DEL SONDEO		1.7	
2						

### Observaciones:

Excavabilidad: Ripable hasta alcanzar el nivel de grava cementada; Estabilidad: Las paredes se mantienen verticales; Agua: No se detecta agua ni humedades.



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 025 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.

**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728

**Nº Ref.:** .2025/11080

**Máquina:** RETROEXCAVADORA

**Geólogo:** RUBEN ALIAGA CALVETE

**FECHA:** 16/09/2025

**X:** 644,904

**Y:** 4,629,929

**Z:** 255

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Muestra	
					Cota	Id
0		0.30m	De 0 a 0.3m: TIERRA VEGETAL.			
0.5		0.60m	De 0.3 a 0.9m: R.CUATERNARIO. Arena limosa beige con precipitados de sales blancas y cantos dispersos.		0.3	MA-1
1			De 0.9 a 2.3m: Grava con cantos subredondeados, poligénicos (calcíticos y cuarcíticos) y heterométricos (hasta 17cm) con matriz arenosa ocre. Presencia de bolos dispersos. Los primeros 40cm cementados (mallacán).		0.9	
1.5						MA-2
2		1.40m				
2.5			2.3m. FONDO DEL SONDEO		2.3	
3						

### Observaciones:

Excavabilidad: Se excava sin dificultad; Estabilidad: Las paredes se mantienen verticales; Agua: No se detecta agua ni humedades.



**Peticionario:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**Obra:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº Obra:** 4728  
**Nº Ref.:** .2025/11081  
**Máquina:** RETROEXCAVADORA  
**Geólogo:** RUBEN ALIAGA CALVETE

**FECHA:** 16/09/2025  
**X:** 644,833  
**Y:** 4,630,148  
**Z:** 252

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Nivel Freático	Muestra	
					Cota	Id
0		0.30m	De 0 a 0.3m: TIERRA VEGETAL.		0.9	
0.5		1.50m	De 0.3 a 1.8m: R.CUATERNARIO. Grava con cantos subredondeados, poligénicos (calcáreos y cuarcíticos) y heterométricos (hasta 10cm) con matriz limo-arenosa ocre. Presencia de bolos dispersos. Hasta 0,90m las gravas aparecen cementadas (mallacán).			
1			1.8m. FONDO DEL SONDEO		1.8	
1.5						
2						
2.5						
3						

### Observaciones:

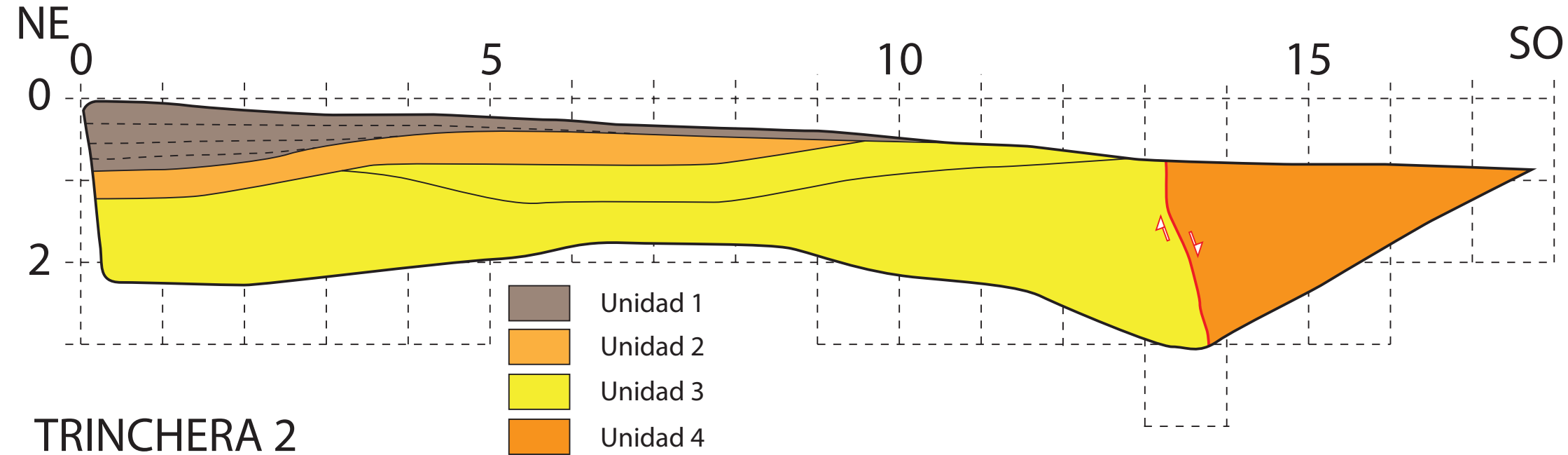
Excavabilidad: No ripable; Estabilidad: Las paredes se mantienen verticales; Agua: No se detecta agua ni humedades.



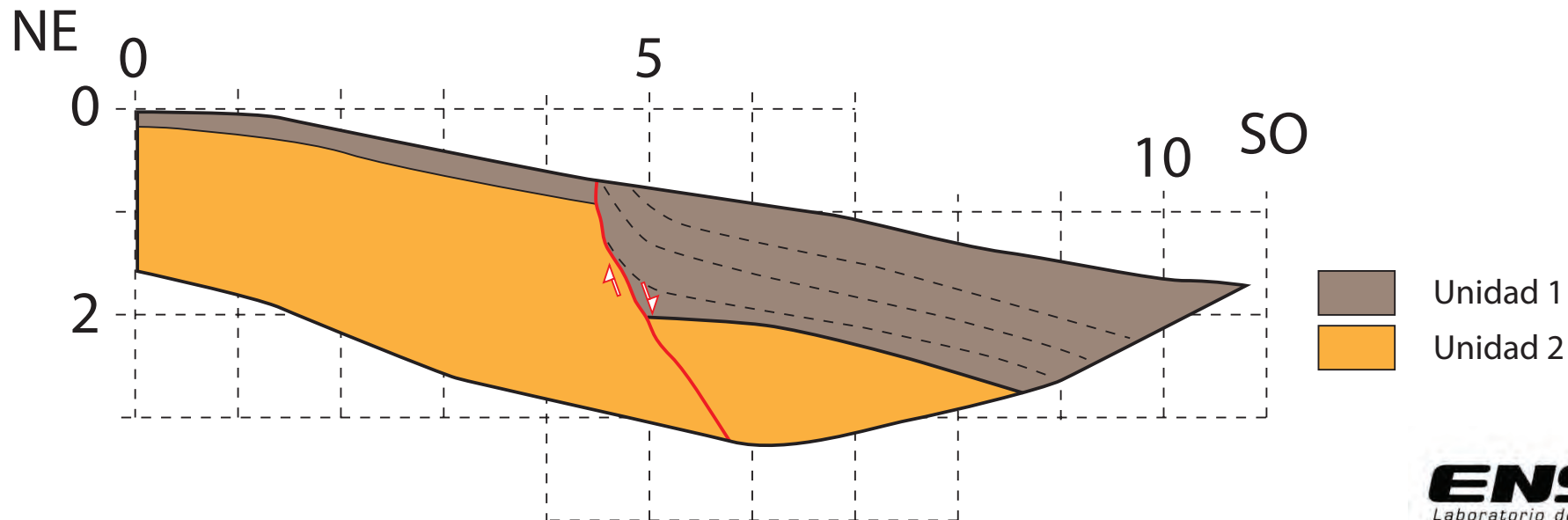
**APÉNDICE VIII**  
**PERFILES LITOLÓGICOS DE LAS TRINCHERAS Y FOTOGRAFÍAS DE LA  
PARED**

# TRINCHERAS EN DOLINA PARCELA 4 DEL CENTRO DE DATOS RIBERA ALTA DEL EBRO. LUCENI (ZARAGOZA)

## TRINCHERA 1



## TRINCHERA 2



# TRINCHERAS EN DOLINA PARCELA 4 DEL CENTRO DE DATOS RIBERA ALTA DEL EBRO. LUCENI (ZARAGOZA)

## TRINCHERA 1



## TRINCHERA 2





ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO  
CENTRO DE DATOS EN  
RIBERA ALTA DEL EBRO

## APÉNDICE IX

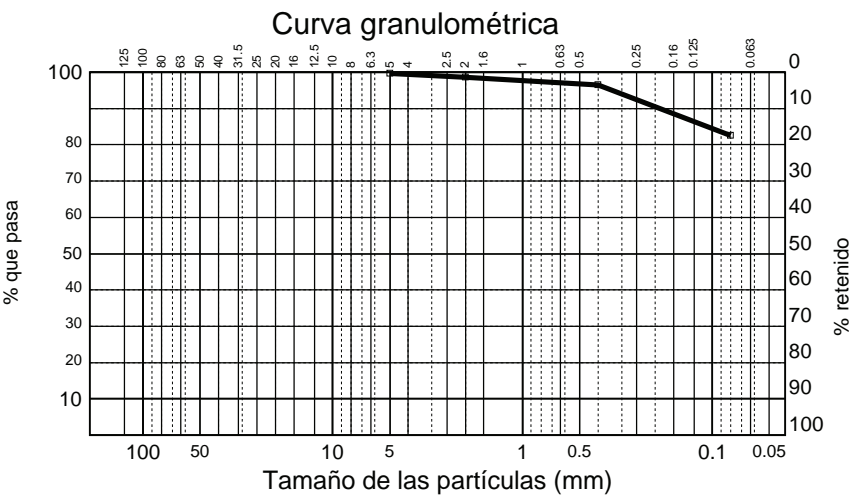
### ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7083  
**REF. MUESTRA:** S-1. De 1.20 a 1.80 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10868  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	99
0,4	97
0,08	82,6
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	36.7 Humedad óptima (%)	--- USCS CL
Límite plástico	18.6 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	18.1	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	13.2 Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) 3.42
Densidad aparente (g/cm³)	---	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos		CBR 95% compactación	---	Hinchamiento libre (%)	---
Ión sulfato (mg/kg)	<100	CBR 98% compactación	---		
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	<2	CBR 100% compactación	---	<b>P.M.H. (UNE 103602)</b>	
Materia orgánica (%)	---	Hinchamiento (%)	---	Presión (Kpa)	---
Sulfatos solubles (%)	---				
Sales solubles (%)	---			<b>Compresión simple (UNE 103602)</b>	
Yesos (%)	---			Presión	---
Carbonatos (%)	---				

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7083  
**REF. MUESTRA:** S-1. De 1.20 a 1.80 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10868  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254 / UNE 103406)**

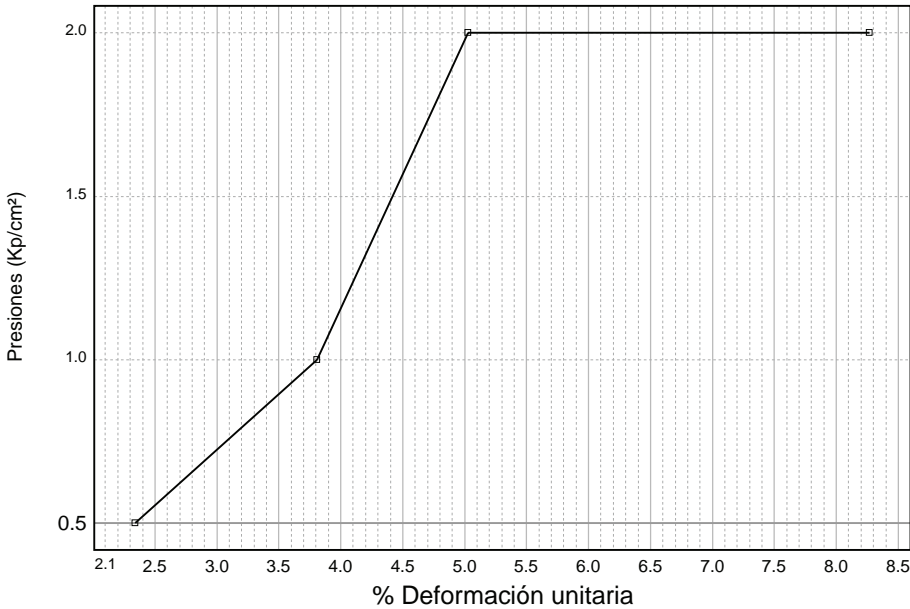
**Datos generales**

- Tipo de probeta INALTERADA  
- Densidad húmeda (g/cm³) 1,65  
- Densidad seca (g/cm³) 1,54  
- Humedad inicial (%) 7,2  
- Humedad final (%) 25,1

**Curva Humedad Natural: Cargas (kp/cm²) / Deformación (%)**

0,5	1,0	2,0
2,34	3,81	5,03
<b>Tras Inmersión</b>		
- Presión (Kp/cm²)	2,00	
- Deformación (%)	8,27	
- Índice de Colapso (%)	3,42	

**Gráfico: Presión (Kp/cm²) - Deformación unitaria (%)**



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

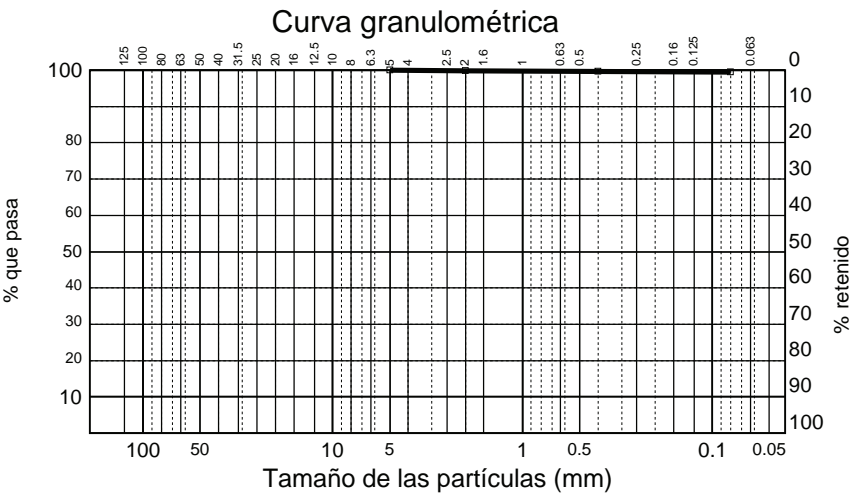
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7084  
**REF. MUESTRA:** S-1. De 7.20 a 7.80 m. MI-2

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10869  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	100
0,08	99,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	58.0	Humedad óptima (%) --- USCS CH
Límite plástico	23.8	Densidad máxima (g/cm³) --- PG-3
Índice de plasticidad	34.2	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	17.9	Humedad óptima (%) --- Índice de colapso (%) 0.35
Densidad aparente (g/cm³)	---	Densidad máxima (g/cm³) ---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
ión sulfato (mg/kg)	<100	CBR 95% compactación --- Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	4	CBR 98% compactación ---
Materia orgánica (%)	---	CBR 100% compactación ---
Sulfatos solubles (%)	---	Hinchamiento (%) ---
Sales solubles (%)	---	
Yesos (%)	---	
Carbonatos (%)	---	

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7084  
**REF. MUESTRA:** S-1. De 7.20 a 7.80 m. MI-2

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10869  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254 / UNE 103406)**

**Datos generales**

- Tipo de probeta INALTERADA  
- Densidad húmeda (g/cm³) 2,12  
- Densidad seca (g/cm³) 1,79  
- Humedad inicial (%) 18,4  
- Humedad final (%) 19,9

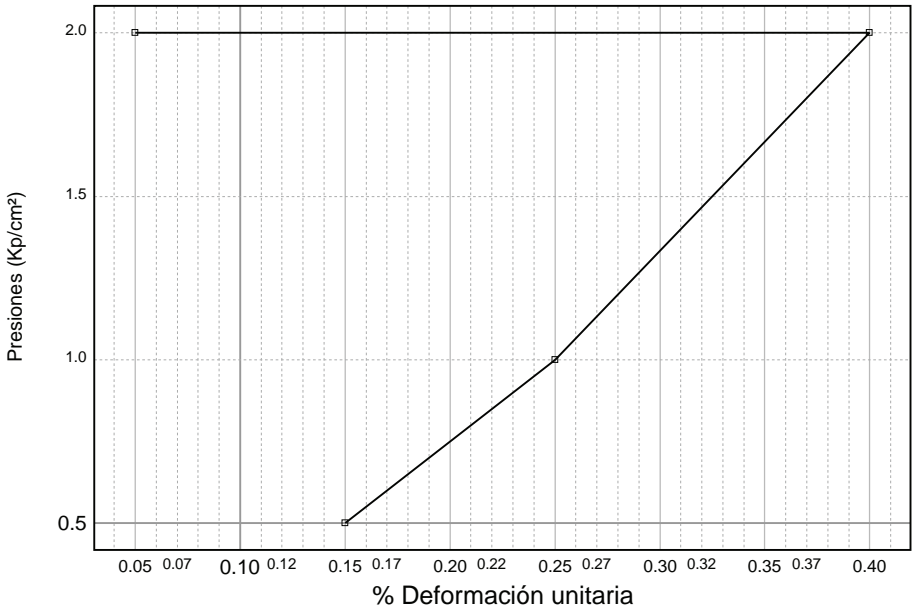
**Curva Humedad Natural: Cargas (kp/cm²) / Deformación (%)**

0,5	1,0	2,0
0,15	0,25	0,40

**Tras Inmersión**

- Presión (Kp/cm²)	2,00
- Deformación (%)	0,05
- Índice de Colapso (%)	0,35

**Gráfico: Presión (Kp/cm²) - Deformación unitaria (%)**



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

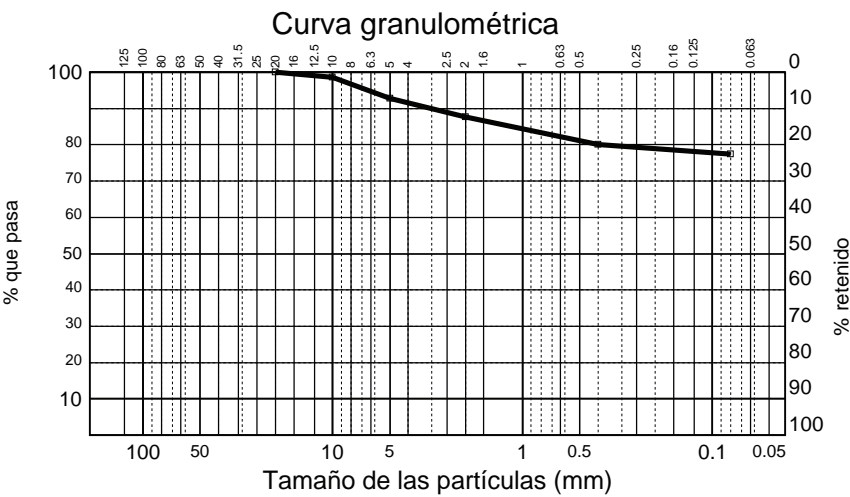
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7085  
**REF. MUESTRA:** S-2. De 1.20 a 1.80 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10564  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	99
5	93
2	88
0,4	80
0,08	77,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido 23.8	Humedad óptima (%) ---	USCS CL-ML
Límite plástico 17.2	Densidad máxima (g/cm³) ---	PG-3
Índice de plasticidad 6.6		

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%) 10.8 %	Humedad óptima (%) ---	Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³) ---	Densidad máxima (g/cm³) ---	
Densidad seca (g/cm³) ---		
Peso específico ---		

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
Ion sulfato (mg/kg) <100	CBR 95% compactación ---	Hinchamiento libre (%) 0.20 %
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg) <2 ml/kg	CBR 98% compactación ---	
Materia orgánica (%) ---	CBR 100% compactación ---	<b>P.M.H. (UNE 103602)</b>
Sulfatos solubles (%) ---	Hinchamiento (%) ---	Presión (Kpa) ---
Sales solubles (%) ---		<b>Compresión simple (UNE 103602)</b>
Yesos (%) ---		Presión ---
Carbonatos (%) ---		

El jefe del área  
  
Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 18 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio  
  
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7085  
**REF. MUESTRA:** S-2. De 1.20 a 1.80 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10564  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601)

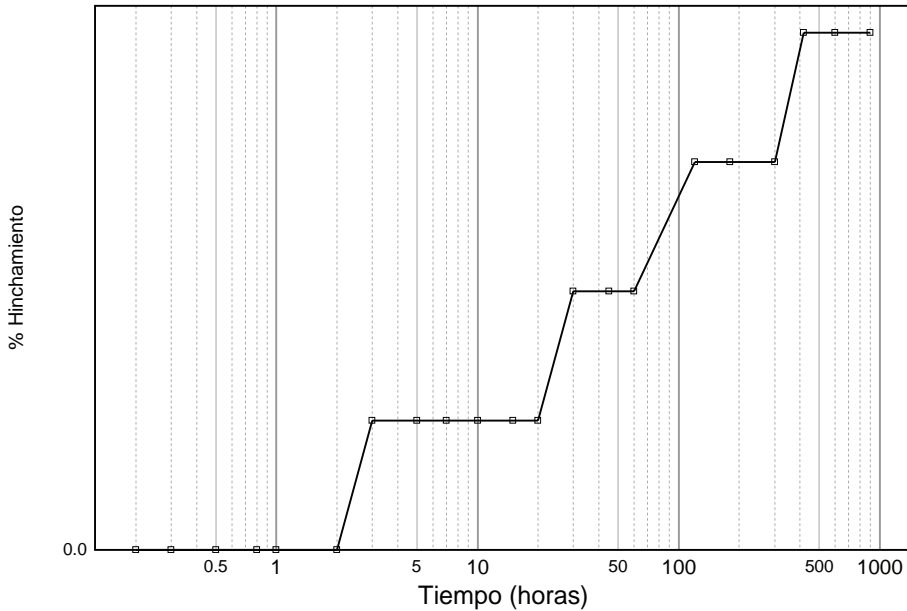
Datos generales

- Tipo de probeta	INALTERADA	- Presión vertical (kPa)	10
- Humedad inicial (%)	11,3	- Densidad húmeda (g/cm³)	1,88
- Humedad final (%)	21,0	- Densidad seca (g/cm³)	1,69

Resultados del ensayo

- Hinchamiento Libre (%) 0,20

Gráfico: Hinchamiento (%) - Tiempo (minutos)



El jefe del área

*[Firma manuscrita]*

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 18 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

*[Firma manuscrita]*

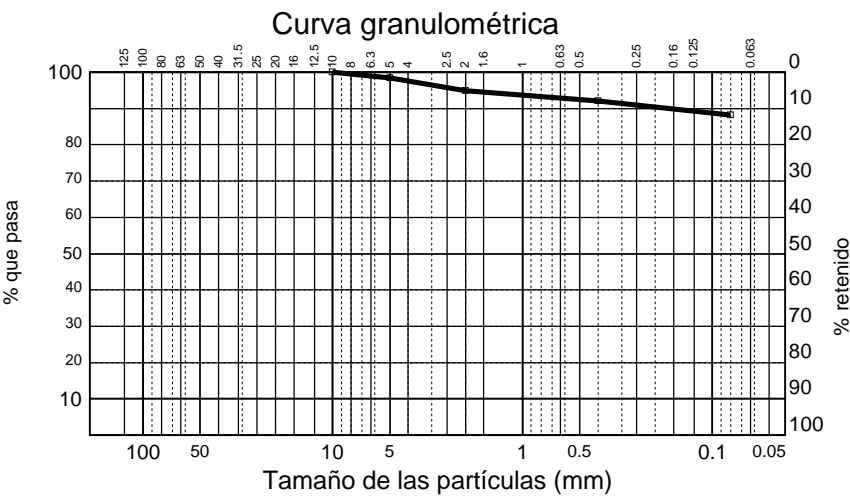
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7623  
**REF. MUESTRA:** S-3. De 1.80 a 2.40 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/11839  
**FECHA TOMA:** 19/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	98
2	95
0,4	92
0,08	88,2
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	54.7 Humedad óptima (%)	--- USCS CH
Límite plástico	28.2 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	26.5	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
Ion sulfato (mg/kg)	<100 CBR 95% compactación	--- Hinchamiento libre (%) 3.23 %
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	--- CBR 98% compactación	---
Materia orgánica (%)	--- CBR 100% compactación	---
Sulfatos solubles (%)	--- Hinchamiento (%)	---
Sales solubles (%)	---	---
Yesos (%)	---	---
Carbonatos (%)	---	---

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 2 de julio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7623  
**REF. MUESTRA:** S-3. De 1.80 a 2.40 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/11839  
**FECHA TOMA:** 19/06/2025

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601)**

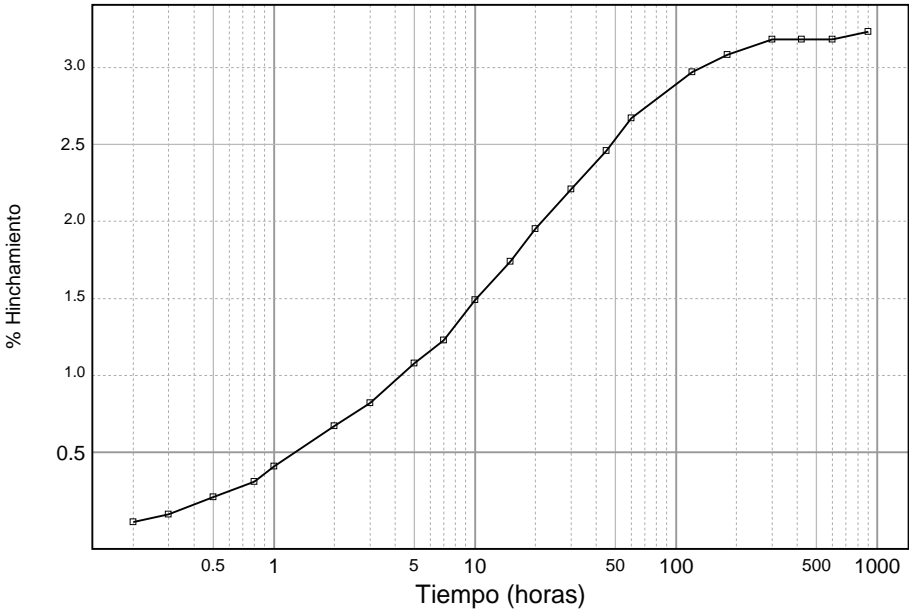
**Datos generales**

- Tipo de probeta	INALTERADA	- Presión vertical (kPa)	10
- Humedad inicial (%)	29,5	- Densidad húmeda (g/cm³)	1,84
- Humedad final (%)	33,0	- Densidad seca (g/cm³)	1,42

**Resultados del ensayo**

- Hinchamiento Libre (%)                      **3,23**

**Gráfico: Hinchamiento (%) - Tiempo (minutos)**



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 2 de julio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/11700

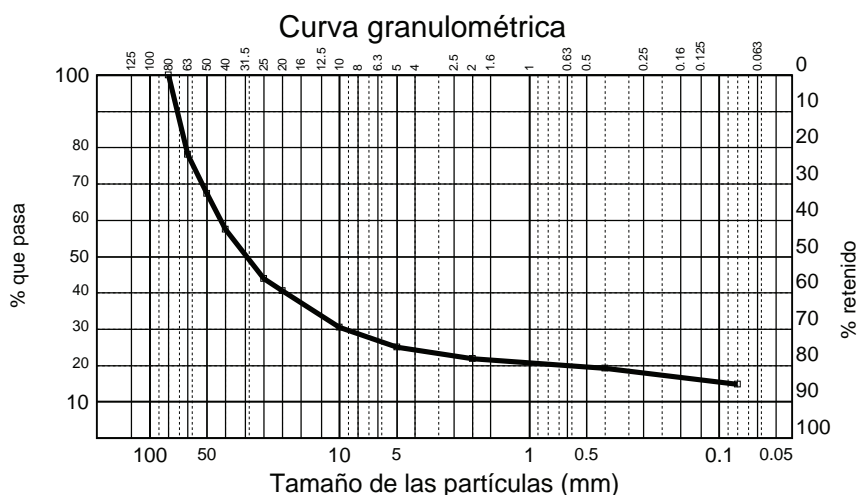
**Nº MUESTRA:** .2025/7620

**FECHA TOMA:** 19/06/2025

**REF. MUESTRA:** S-4. De 1.80 a 2.40 m. MA-1

## Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
63	78
50	67
40	58
25	44
20	41
10	31
5	25
2	22
0,4	19
0,08	14,9



### Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)

Límite líquido 18.7  
Límite plástico 13.1  
Índice de plasticidad 5.6

### Proctor modificado (UNE 103501)

Humedad óptima (%)  
Densidad máxima (g/cm³)

### Clasificación

USCS GC  
PG-3

### Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)

Humedad (%)  
Densidad aparente (g/cm³)  
Densidad seca (g/cm³)  
Peso específico

### Proctor normal (UNE 103500)

Humedad óptima (%)  
Densidad máxima (g/cm³)

### Colapso (UNE 103406)

Índice de colapso (%)

### Ensayos químicos

Íón sulfato (mg/kg)  
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)  
Materia orgánica (%)  
Sulfatos solubles (%)  
Sales solubles (%)  
Yesos (%)  
Carbonatos (%)

### Índice CBR (UNE 103502)

CBR 95% compactación  
CBR 98% compactación  
CBR 100% compactación  
Hinchamiento (%)

### Hinch. libre (UNE 103601)

Hinchamiento libre (%)

### P.M.H. (UNE 103602)

Presión (Kpa)

### Compresión simple (UNE 103602)

Presión

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 1 de julio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

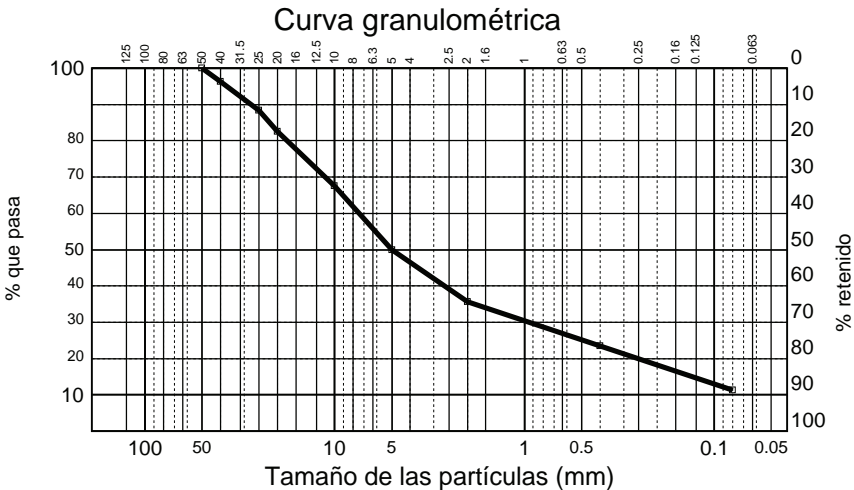
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7090  
**REF. MUESTRA:** S-5. De 2,60 a 3,00 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10872  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
50	100
40	96
25	88
20	83
10	68
5	50
2	36
0,4	23
0,08	11,4
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	No obtenible	Humedad óptima (%) --- USCS
Límite plástico	No plástico	Densidad máxima (g/cm³) --- PG-3
Índice de plasticidad	No plástico	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	---	Humedad óptima (%) --- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	---	Densidad máxima (g/cm³) ---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
Ion sulfato (mg/kg)	<100	CBR 95% compactación --- Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	<2	CBR 98% compactación ---
Materia orgánica (%)	---	CBR 100% compactación ---
Sulfatos solubles (%)	---	Hinchamiento (%) ---
Sales solubles (%)	---	
Yesos (%)	---	
Carbonatos (%)	---	

Compresión simple (UNE 103602)
Presión ---

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

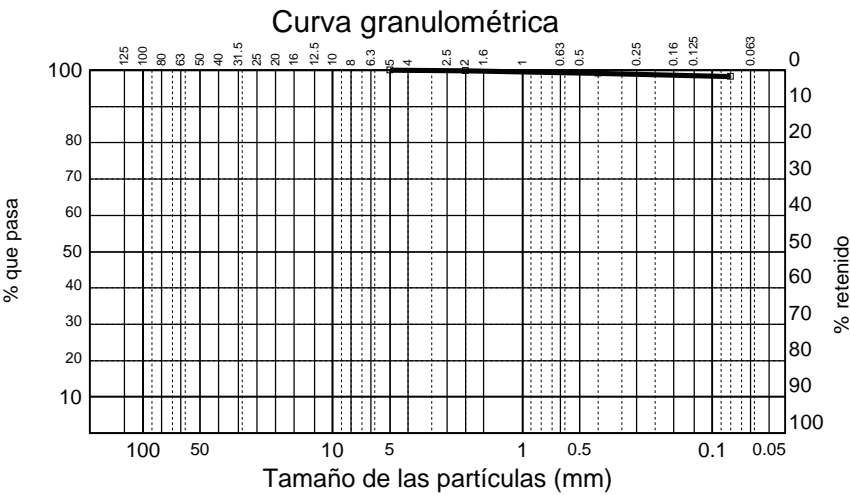
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7091  
**REF. MUESTRA:** S-7. De 4,30 a 4,90 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10873  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	98,3
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	53.6 Humedad óptima (%)	--- USCS CH
Límite plástico	25.0 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	28.6	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	21.2 Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³) ---	
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
ión sulfato (mg/kg)	<100 CBR 95% compactación	--- Hinchamiento libre (%) 4.95
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	2 CBR 98% compactación	---
Materia orgánica (%)	--- CBR 100% compactación	---
Sulfatos solubles (%)	--- Hinchamiento (%)	---
Sales solubles (%)	---	---
Yesos (%)	---	---
Carbonatos (%)	---	---
		<b>Compresión simple (UNE 103602)</b>
		Presión ---

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7091  
**REF. MUESTRA:** S-7. De 4,30 a 4,90 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10873  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601)**

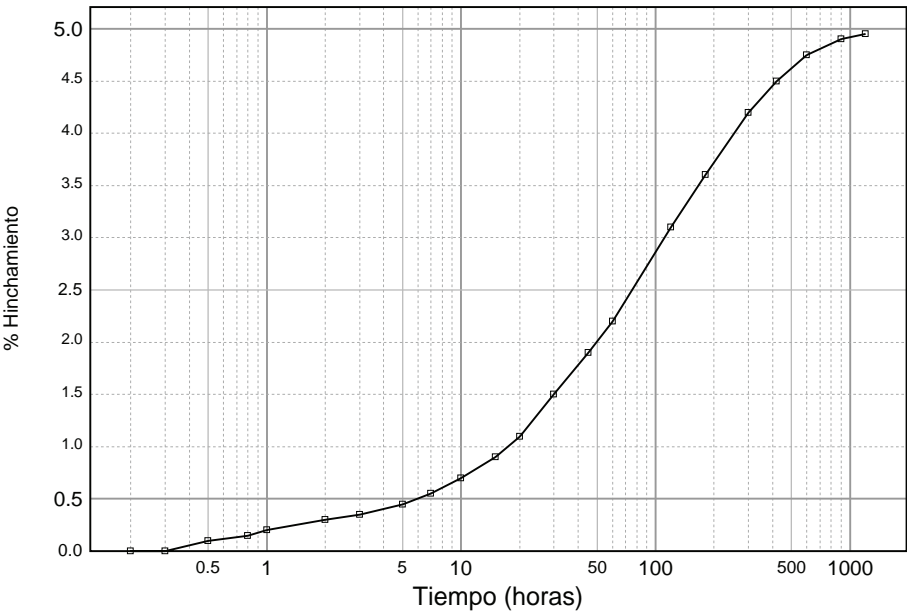
**Datos generales**

- Tipo de probeta	INALTERADA	- Presión vertical (kPa)	10
- Humedad inicial (%)	21,6	- Densidad húmeda (g/cm³)	2,03
- Humedad final (%)	25,4	- Densidad seca (g/cm³)	1,67

**Resultados del ensayo**

- Hinchamiento Libre (%) 4,95

**Gráfico: Hinchamiento (%) - Tiempo (minutos)**



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

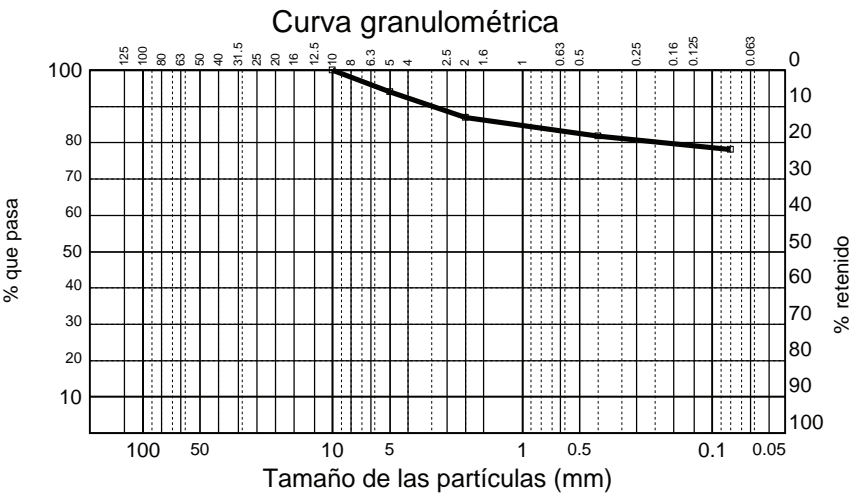
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7086  
**REF. MUESTRA:** S-8. De 1.20 a 1.80 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10766  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	94
2	87
0,4	82
0,08	78,2
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	57.6 Humedad óptima (%)	--- USCS CH
Límite plástico	26.7 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	30.9	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	26.9 Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos		CBR 95% compactación	---	Hinchamiento libre (%)	2.35 %
Íon sulfato (mg/kg)	986	CBR 98% compactación	---		
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	---	CBR 100% compactación	---	P.M.H. (UNE 103602)	
Materia orgánica (%)	---	Hinchamiento (%)	---	Presión (Kpa)	---
Sulfatos solubles (%)	---				
Sales solubles (%)	---			Compresión simple (UNE 103602)	
Yesos (%)	---			Presión	---
Carbonatos (%)	---				

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 20 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7086  
**REF. MUESTRA:** S-8. De 1.20 a 1.80 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10766  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601)

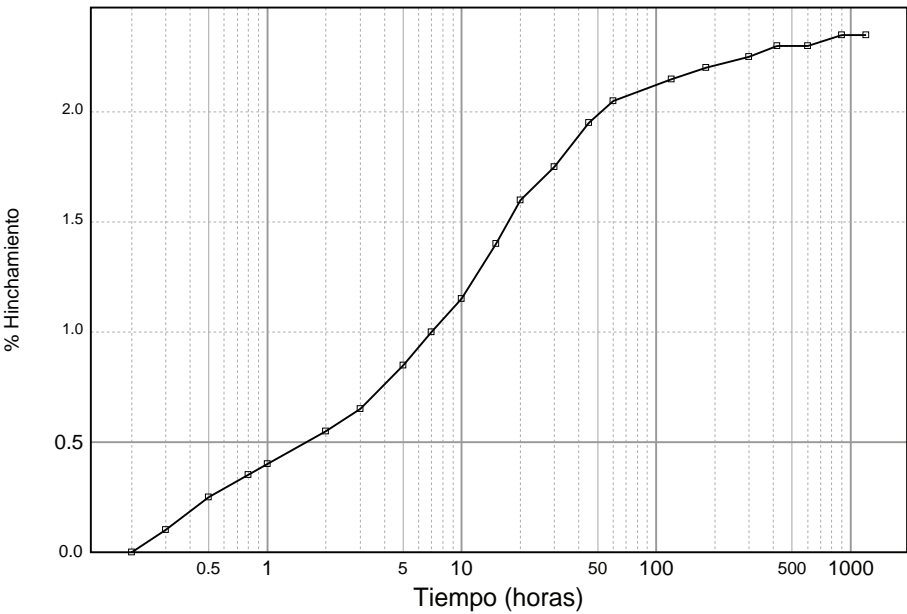
Datos generales

- Tipo de probeta	INALTERADA	- Presión vertical (kPa)	10
- Humedad inicial (%)	27,8	- Densidad húmeda (g/cm³)	1,88
- Humedad final (%)	31,3	- Densidad seca (g/cm³)	1,47

Resultados del ensayo

- Hinchamiento Libre (%) 2,35

Gráfico: Hinchamiento (%) - Tiempo (minutos)



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 20 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

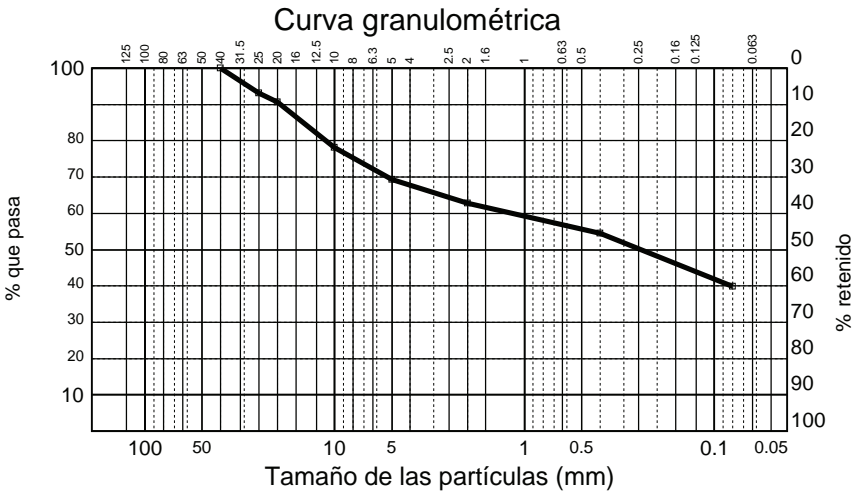
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7092  
**REF. MUESTRA:** S-9. De 1,80 a 2,40 m. SPT-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10565  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	93
20	91
10	78
5	69
2	63
0,4	55
0,08	39,8
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	35.2 Humedad óptima (%)	--- USCS GC
Límite plástico	17.5 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	17.7	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos		CBR 95% compactación	---	Hinchamiento libre (%)	---
Ión sulfato (mg/kg)	<100	CBR 98% compactación	---		
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	<2	CBR 100% compactación	---	P.M.H. (UNE 103602)	
Materia orgánica (%)	---	Hinchamiento (%)	---	Presión (Kpa)	---
Sulfatos solubles (%)	---				
Sales solubles (%)	---			Compresión simple (UNE 103602)	
Yesos (%)	---			Presión	---
Carbonatos (%)	---				

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 18 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

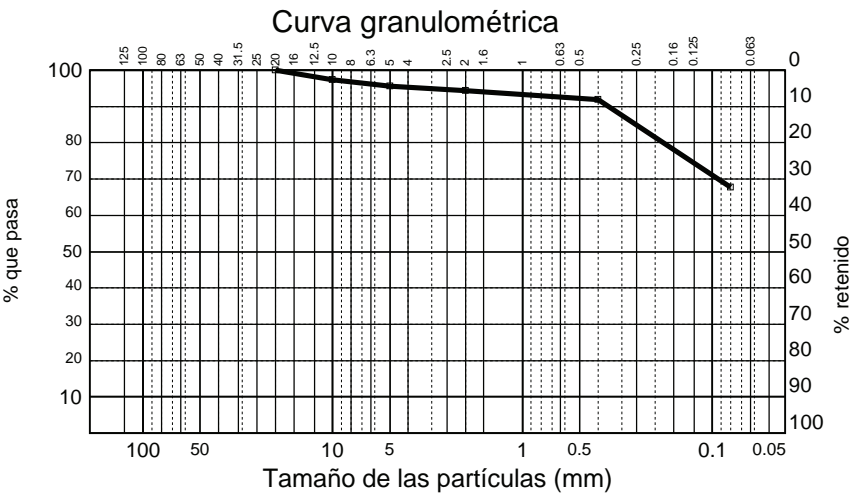
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7088  
**REF. MUESTRA:** S-10. De 2,40 a 3,00 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10870  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	97
5	96
2	94
0,4	92
0,08	67,8
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	32.2 Humedad óptima (%)	--- USCS CL
Límite plástico	14.8 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	17.4	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	9.9 Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) 1.05
Densidad aparente (g/cm³)	---	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos		CBR 95% compactación	---	Hinchamiento libre (%)	---
Ión sulfato (mg/kg)	<100	CBR 98% compactación	---		
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	<2	CBR 100% compactación	---	<b>P.M.H. (UNE 103602)</b>	
Materia orgánica (%)	---	Hinchamiento (%)	---	Presión (Kpa)	---
Sulfatos solubles (%)	---				
Sales solubles (%)	---			<b>Compresión simple (UNE 103602)</b>	
Yesos (%)	---			Presión	---
Carbonatos (%)	---				

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7088  
**REF. MUESTRA:** S-10. De 2,40 a 3,00 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10870  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254 / UNE 103406)**

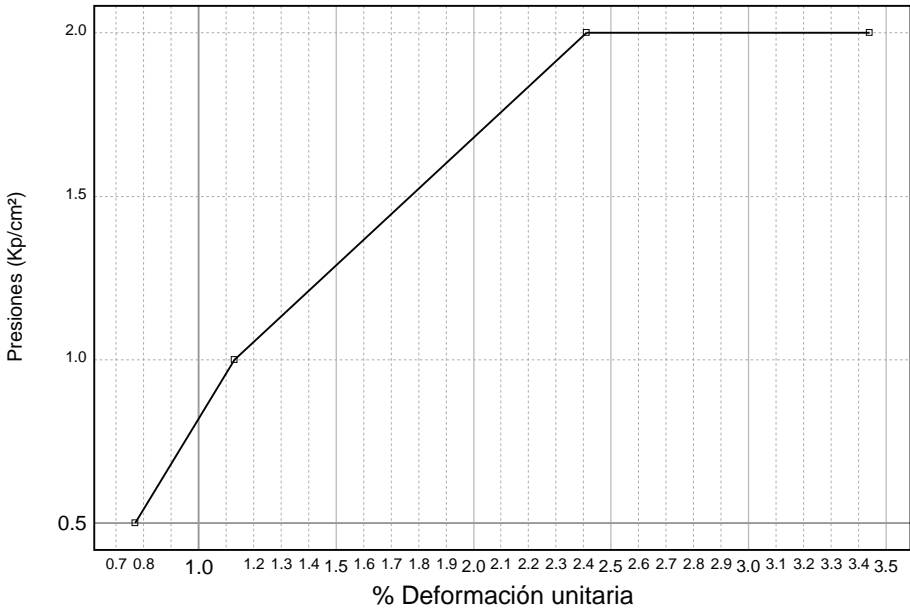
**Datos generales**

- Tipo de probeta INALTERADA  
- Densidad húmeda (g/cm³) 2,02  
- Densidad seca (g/cm³) 1,81  
- Humedad inicial (%) 11,4  
- Humedad final (%) 16,0

**Curva Humedad Natural: Cargas (kp/cm²) / Deformación (%)**

0,5	1,0	2,0
0,77	1,13	2,41
<b>Tras Inmersión</b>		
- Presión (Kp/cm²)	2,00	
- Deformación (%)	3,44	
- Índice de Colapso (%)	1,05	

**Gráfico: Presión (Kp/cm²) - Deformación unitaria (%)**



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

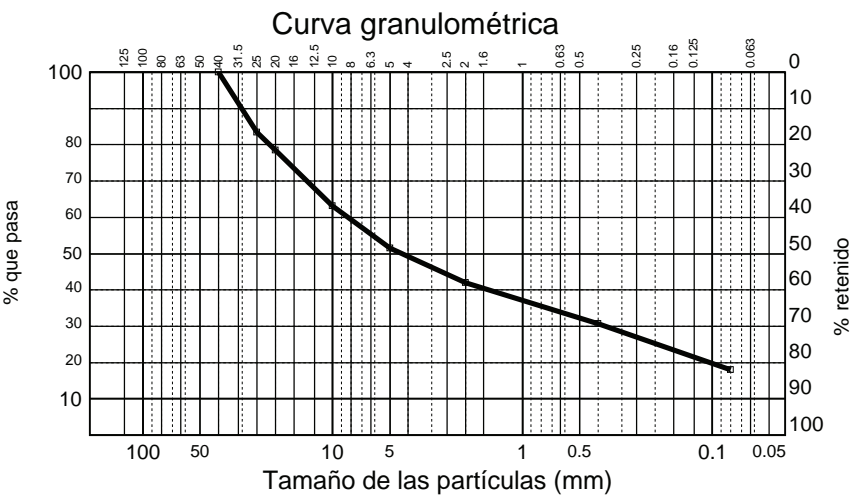
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7089  
**REF. MUESTRA:** S-11. De 3,30 a 3,80 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/10871  
**FECHA TOMA:** 09/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	83
20	78
10	63
5	52
2	42
0,4	31
0,08	18,0
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	15.6 Humedad óptima (%)	--- USCS GM
Límite plástico	12.8 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	2.8	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos		CBR 95% compactación	---	Hinchamiento libre (%)	---
Íon sulfato (mg/kg)	<100	CBR 98% compactación	---		
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	<2	CBR 100% compactación	---	P.M.H. (UNE 103602)	
Materia orgánica (%)	---	Hinchamiento (%)	---	Presión (Kpa)	---
Sulfatos solubles (%)	---				
Sales solubles (%)	---			Compresión simple (UNE 103602)	
Yesos (%)	---			Presión	---
Carbonatos (%)	---				

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 23 de junio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

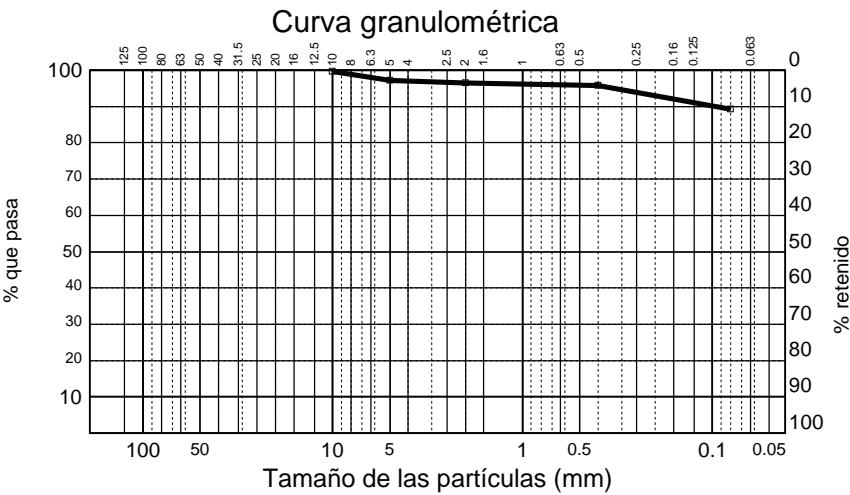
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7621  
**REF. MUESTRA:** S-12. De 4.20 a 4.80 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/11701  
**FECHA TOMA:** 19/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	97
2	97
0,4	96
0,08	89,3
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	27.7 Humedad óptima (%)	--- USCS CL
Límite plástico	15.9 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	11.8	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
ión sulfato (mg/kg)	<100 CBR 95% compactación	--- Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	--- CBR 98% compactación	---
Materia orgánica (%)	--- CBR 100% compactación	---
Sulfatos solubles (%)	--- Hinchamiento (%)	---
Sales solubles (%)	---	---
Yesos (%)	---	---
Carbonatos (%)	---	---

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 1 de julio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

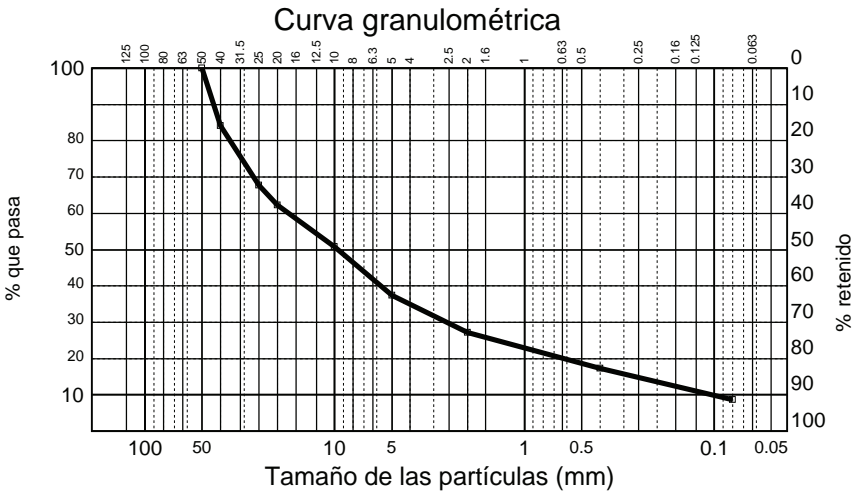
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7622  
**REF. MUESTRA:** S-13. De 4.20 a 4.80 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/11702  
**FECHA TOMA:** 19/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
50	100
40	84
25	68
20	62
10	51
5	37
2	27
0,4	17
0,08	8,6
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	No obtenible	Humedad óptima (%) --- USCS GP-GM
Límite plástico	No plástico	Densidad máxima (g/cm³) --- PG-3
Índice de plasticidad	No plástico	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
Ion sulfato (mg/kg)	<100	--- Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	---	---
Materia orgánica (%)	---	---
Sulfatos solubles (%)	---	---
Sales solubles (%)	---	---
Yesos (%)	---	---
Carbonatos (%)	---	---

Compresión simple (UNE 103602)
Presión ---

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 1 de julio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

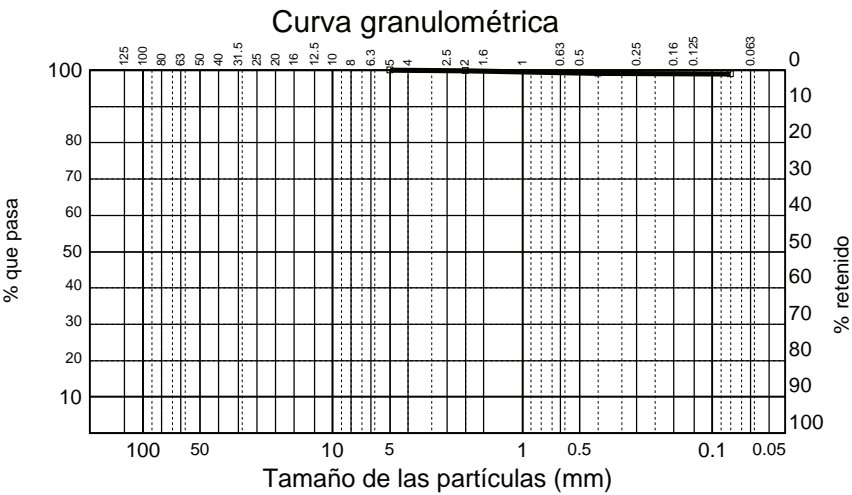
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7625  
**REF. MUESTRA:** S-15. De 6.00 a 6.60 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/11840  
**FECHA TOMA:** 19/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	98,9
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	66.9 Humedad óptima (%)	--- USCS CH
Límite plástico	30.7 Densidad máxima (g/cm³)	--- PG-3
Índice de plasticidad	36.2	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
ión sulfato (mg/kg)	--- CBR 95% compactación	--- Hinchamiento libre (%) 1.17 %
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	--- CBR 98% compactación	---
Materia orgánica (%)	--- CBR 100% compactación	---
Sulfatos solubles (%)	--- Hinchamiento (%)	---
Sales solubles (%)	---	---
Yesos (%)	---	---
Carbonatos (%)	---	---

El jefe del área  
  
Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 2 de julio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio  
  
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7625  
**REF. MUESTRA:** S-15. De 6.00 a 6.60 m. MI-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/11840  
**FECHA TOMA:** 19/06/2025

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601)**

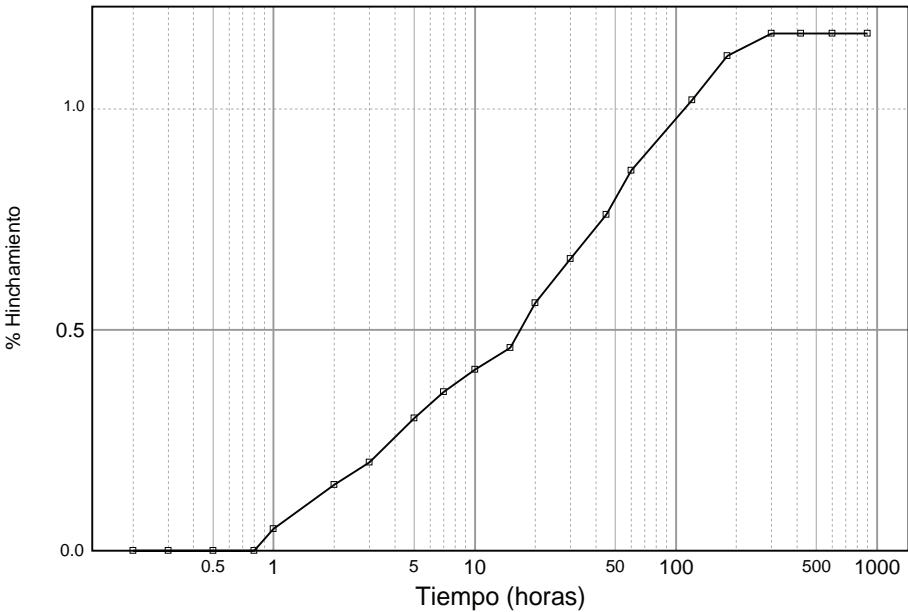
**Datos generales**

- Tipo de probeta	INALTERADA	- Presión vertical (kPa)	10
- Humedad inicial (%)	21,0	- Densidad húmeda (g/cm³)	1,97
- Humedad final (%)	23,1	- Densidad seca (g/cm³)	1,63

**Resultados del ensayo**

- Hinchamiento Libre (%) 1,17

**Gráfico: Hinchamiento (%) - Tiempo (minutos)**



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 2 de julio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

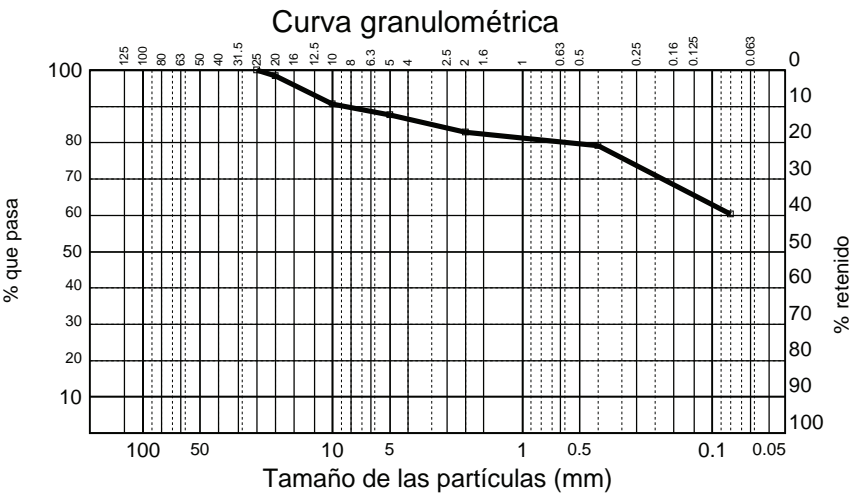
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/7624  
**REF. MUESTRA:** S-16. De 4.00 a 4.60 m. SPT-2

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/11703  
**FECHA TOMA:** 19/06/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	99
10	91
5	88
2	83
0,4	79
0,08	60,3
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	No obtenible	Humedad óptima (%) --- USCS ML
Límite plástico	No plástico	Densidad máxima (g/cm³) --- PG-3
Índice de plasticidad	No plástico	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos		CBR 95% compactación	---	Hinchamiento libre (%)	---
Ión sulfato (mg/kg)	<100	CBR 98% compactación	---		
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	---	CBR 100% compactación	---	P.M.H. (UNE 103602)	
Materia orgánica (%)	---	Hinchamiento (%)	---	Presión (Kpa)	---
Sulfatos solubles (%)	---				
Sales solubles (%)	---			Compresión simple (UNE 103602)	
Yesos (%)	---			Presión	---
Carbonatos (%)	---				

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 1 de julio de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

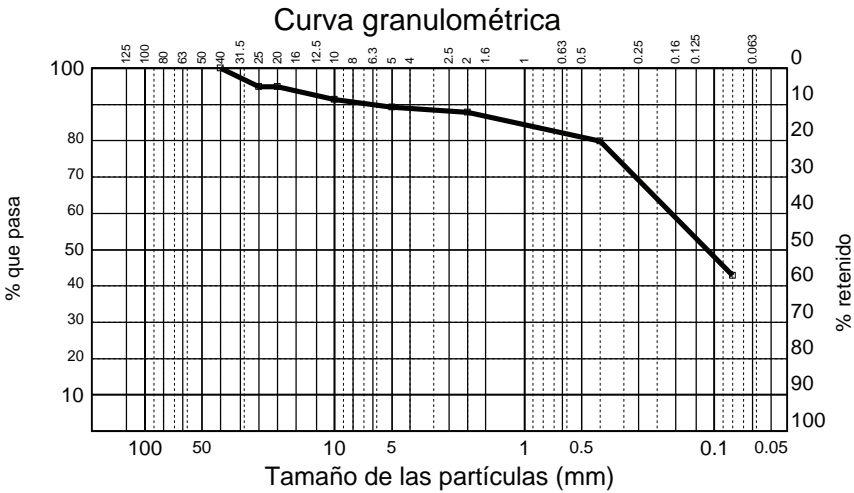
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11291  
**REF. MUESTRA:** C-1. De 1.00 a 3.05 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17274  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	95
20	95
10	91
5	89
2	88
0,4	80
0,08	42,8
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	No obtenible	Humedad óptima (%) 8.8 USCS SM
Límite plástico	No plástico	Densidad máxima (g/cm³) 2.05 PG-3
Índice de plasticidad	No plástico	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	---	Humedad óptima (%) --- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	---	Densidad máxima (g/cm³) ---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
ión sulfato (mg/kg)	1010	CBR 95% compactación 12 Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	---	CBR 98% compactación 17
Materia orgánica (%)	0.18	CBR 100% compactación 23
Sulfatos solubles (%)	---	0.0 % Presión (Kpa) ---
Sales solubles (%)	0.14	
Yesos (%)	<0,1	
Carbonatos (%)	---	

El jefe del área

Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS

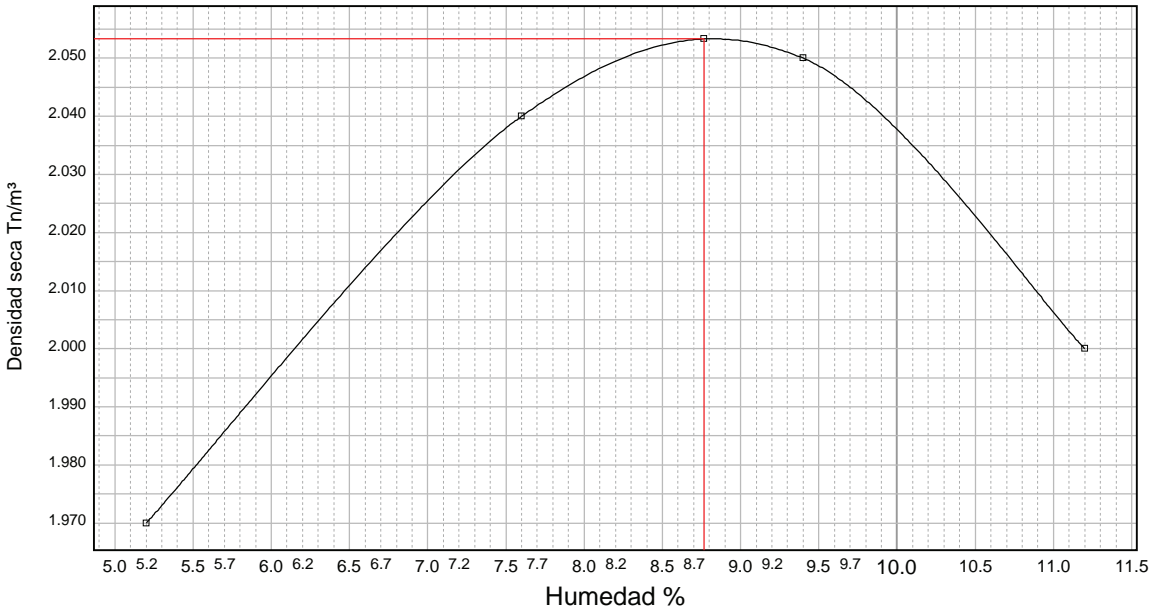
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11291  
**REF. MUESTRA:** C-1. De 1.00 a 3.05 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17274  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

Proctor Modificado (UNE 103501)				
Punto número	1	2	3	4
Humedad %	5,2	7,6	9,4	11,2
Densidad gr/cm³	1,97	2,04	2,05	2,00
Densidad corregida gr/cm³	2,05			

Densidad máxima 2,05 Humedad óptima 8,8 %



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

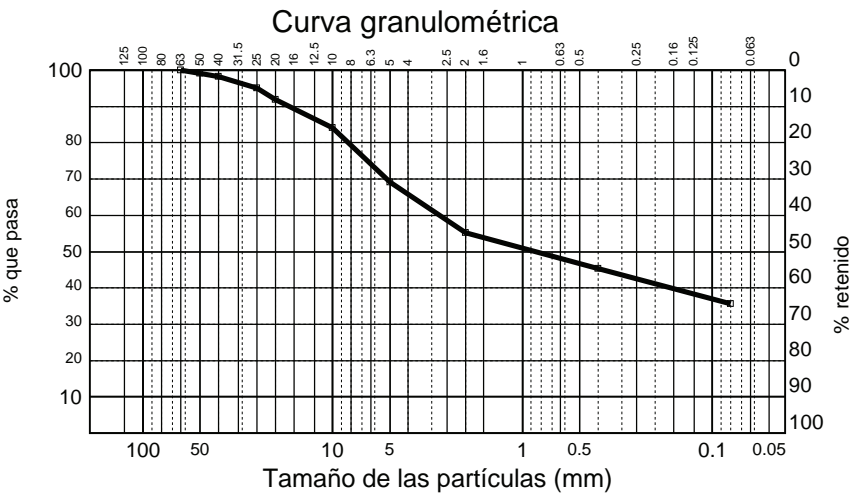
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11296  
**REF. MUESTRA:** C-2. De 0.35 a 1.30 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17278  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
63	100
50	99
40	98
25	95
20	92
10	84
5	69
2	55
0,4	45
0,08	35,6



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	28.6	Humedad óptima (%) 10.2 USCS SC
Límite plástico	21.2	Densidad máxima (g/cm³) 1.91 PG-3 Tolerable
Índice de plasticidad	7.4	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	---	Humedad óptima (%) --- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	---	Densidad máxima (g/cm³) ---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
Lón sulfato (mg/kg)	1003	CBR 95% compactación 19 Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	---	CBR 98% compactación 26
Materia orgánica (%)	0.26	CBR 100% compactación 33
Sulfatos solubles (%)	---	0.2 % Presión (Kpa) ---
Sales solubles (%)	0.20	
Yesos (%)	<0,1	
Carbonatos (%)	---	

El jefe del área  
  
Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



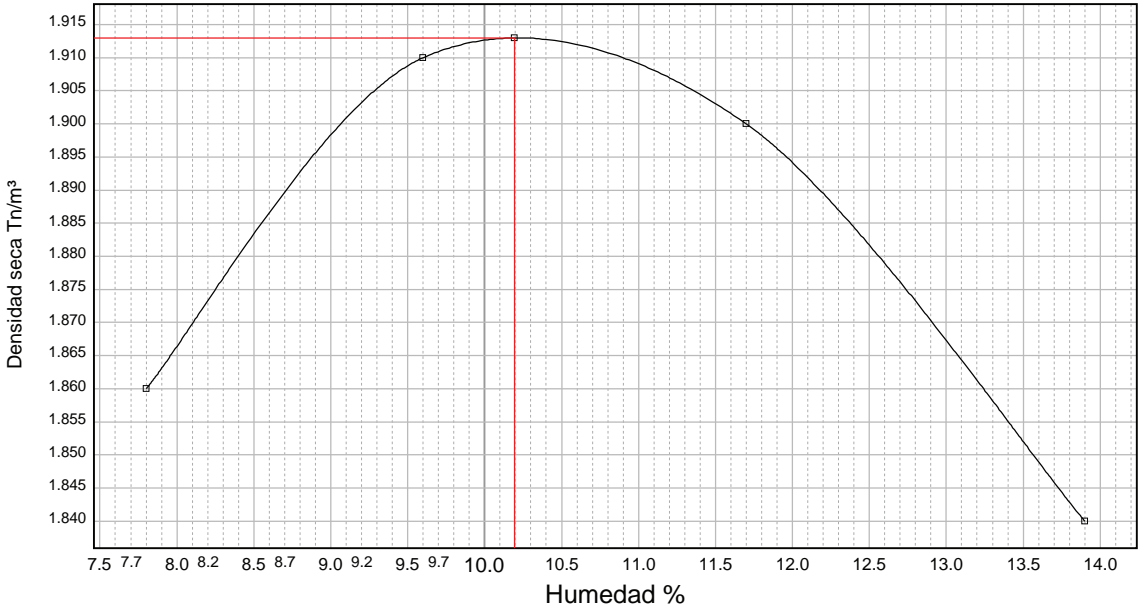
Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio  
  
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11296  
**REF. MUESTRA:** C-2. De 0.35 a 1.30 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17278  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

Proctor Modificado (UNE 103501)				
Punto número	1	2	3	4
Humedad %	7,8	9,6	11,7	13,9
Densidad gr/cm³	1,86	1,91	1,90	1,84
Densidad corregida gr/cm³	1,91			

Densidad máxima 1,91 Humedad óptima 10,2 %



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

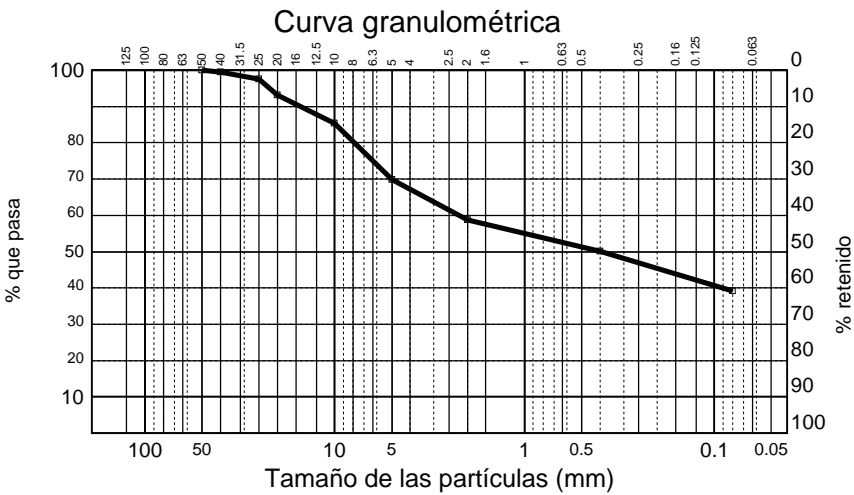
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11293  
**REF. MUESTRA:** C-2. De 1.30 a 2.80 m. MA-2

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17275  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
50	100
40	99
25	98
20	93
10	85
5	70
2	59
0,4	50
0,08	39,2
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	37.6 Humedad óptima (%)	15.8 USCS SC
Límite plástico	22.9 Densidad máxima (g/cm³)	1.82 PG-3 Tolerable
Índice de plasticidad	14.7	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
ión sulfato (mg/kg)	1470 CBR 95% compactación	16 Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	--- CBR 98% compactación	23
Materia orgánica (%)	0.12 CBR 100% compactación	31
Sulfatos solubles (%)	--- Hinchamiento (%)	0.4 %
Sales solubles (%)	0.19	
Yesos (%)	0.27	
Carbonatos (%)	---	

El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

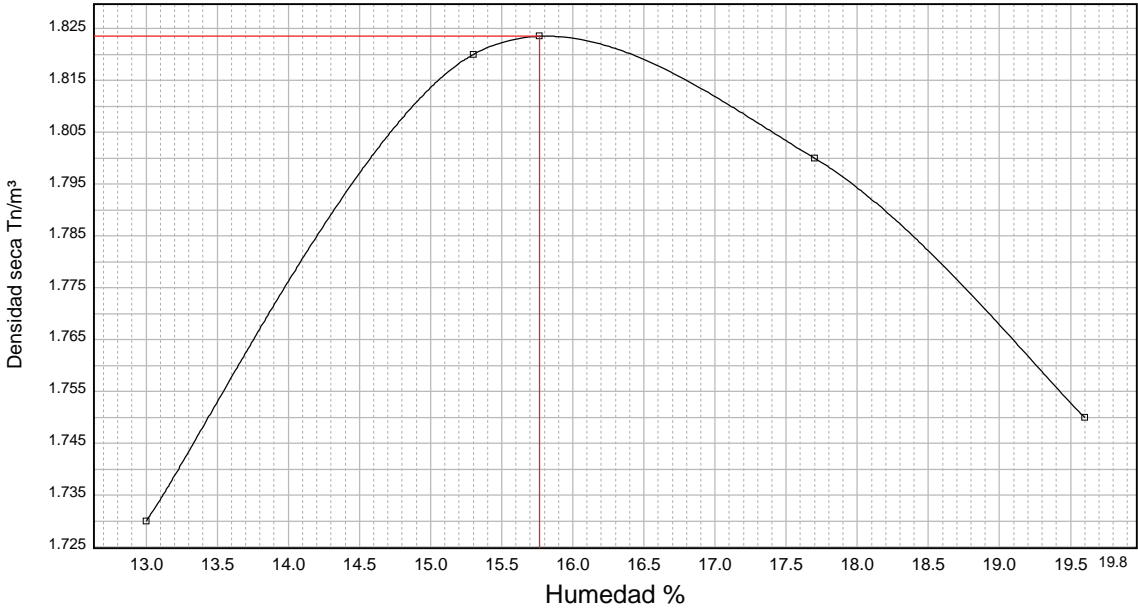
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11293  
**REF. MUESTRA:** C-2. De 1.30 a 2.80 m. MA-2

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17275  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

Proctor Modificado (UNE 103501)				
Punto número	1	2	3	4
Humedad %	13,0	15,3	17,7	19,6
Densidad gr/cm³	1,73	1,82	1,80	1,75
Densidad corregida gr/cm³	1,82			

Densidad máxima 1,82 Humedad óptima 15,8 %



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

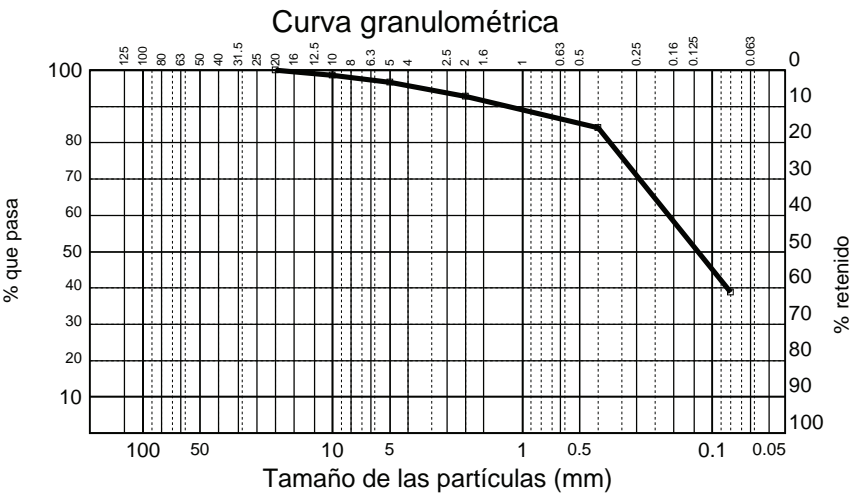
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11294  
**REF. MUESTRA:** C-3. De 0.30 a 1.40 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17276  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	99
5	97
2	93
0,4	84
0,08	38,9
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	No obtenible	Humedad óptima (%) 7.4 USCS SM
Límite plástico	No plástico	Densidad máxima (g/cm³) 2.10 PG-3
Índice de plasticidad	No plástico	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	---	Humedad óptima (%) --- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	---	Densidad máxima (g/cm³) ---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
ión sulfato (mg/kg)	918	CBR 95% compactación 11 Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	---	CBR 98% compactación 17
Materia orgánica (%)	0.15	CBR 100% compactación 24
Sulfatos solubles (%)	---	0.0 %
Sales solubles (%)	0.13	<b>P.M.H. (UNE 103602)</b>
Yesos (%)	<0,1	Presión (Kpa) ---
Carbonatos (%)	---	<b>Compresión simple (UNE 103602)</b>
		Presión ---

El jefe del área  
  
Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



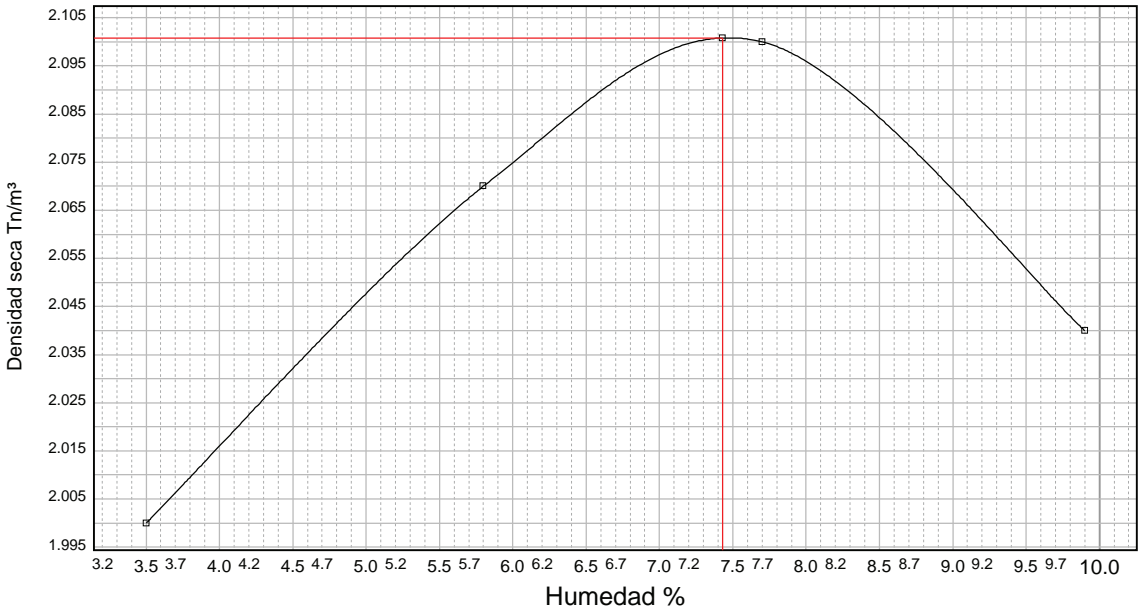
Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio  
  
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11294  
**REF. MUESTRA:** C-3. De 0.30 a 1.40 m. MA-1

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17276  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

Proctor Modificado (UNE 103501)				
Punto número	1	2	3	4
Humedad %	3,5	5,8	7,7	9,9
Densidad gr/cm³	2,00	2,07	2,10	2,04
Densidad corregida gr/cm³	2,10			

Densidad máxima 2,10 Humedad óptima 7,4 %



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

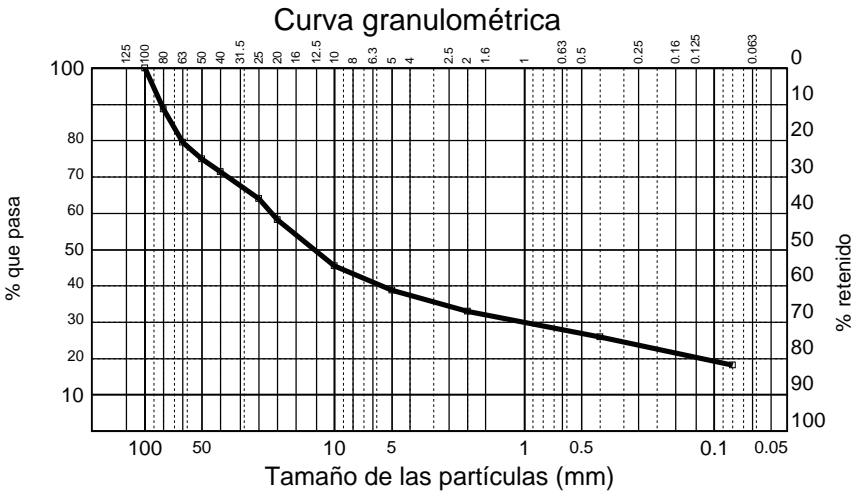
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11295  
**REF. MUESTRA:** C-4. De 0.90 a 2.30 m. MA-2

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17277  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

**Análisis granulométrico (UNE-EN ISO 17892-4)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	89
63	80
50	75
40	71
25	64
20	58
10	46
5	39
2	33
0,4	26
0,08	18,1



Límites Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12)	Proctor modificado (UNE 103501)	Clasificación
Límite líquido	31.0 Humedad óptima (%)	8.4 USCS GC
Límite plástico	18.9 Densidad máxima (g/cm³)	2.16 PG-3 Relleno "todo-uno"
Índice de plasticidad	12.1	

Estado natural (UNE-EN ISO 17892-1 y 2)	Proctor normal (UNE 103500)	Colapso (UNE 103406)
Humedad (%)	--- Humedad óptima (%)	--- Índice de colapso (%) ---
Densidad aparente (g/cm³)	--- Densidad máxima (g/cm³)	---
Densidad seca (g/cm³)	---	
Peso específico	---	

Ensayos químicos	Índice CBR (UNE 103502)	Hinch. libre (UNE 103601)
ión sulfato (mg/kg)	526 CBR 95% compactación	32 Hinchamiento libre (%) ---
Ácidoz Baumann-Gully (ml/kg)	--- CBR 98% compactación	43
Materia orgánica (%)	0.13 CBR 100% compactación	53 <b>P.M.H. (UNE 103602)</b>
Sulfatos solubles (%)	---	0.1 % Presión (Kpa) ---
Sales solubles (%)	0.03	<b>Compresión simple (UNE 103602)</b>
Yesos (%)	<0,1	Presión ---
Carbonatos (%)	---	

El jefe del área

Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



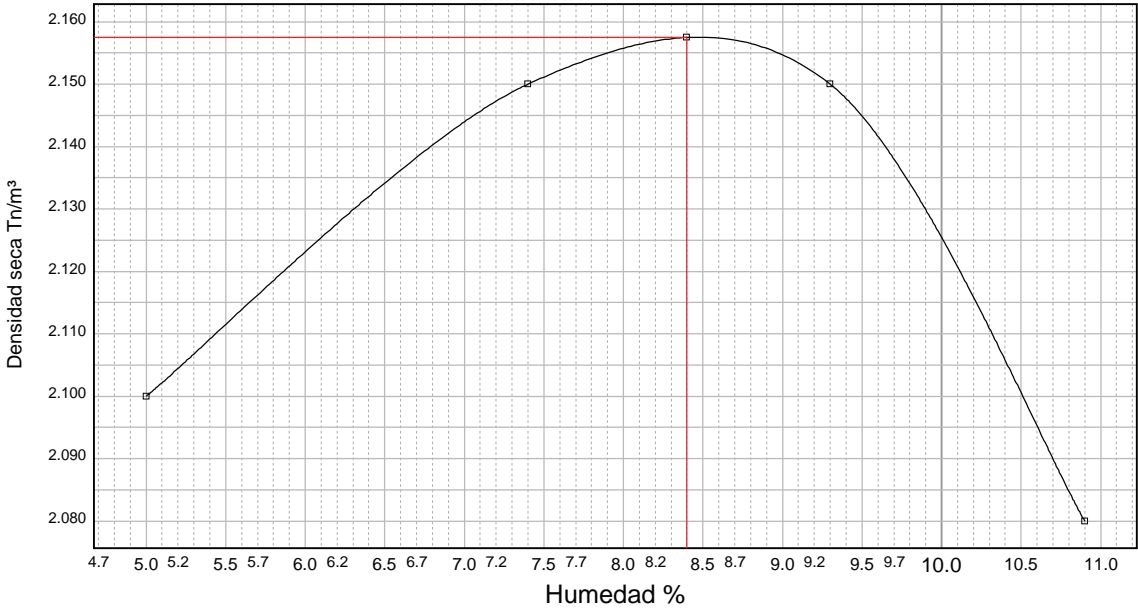
Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PETICIONARIO:** Data Center Ribera Alta del Ebro S.L.  
**OBRA:** CENTRO DE DATOS EN RIBERA ALTA DEL EBRO  
**Nº MUESTRA:** .2025/11295  
**REF. MUESTRA:** C-4. De 0.90 a 2.30 m. MA-2

**Nº OBRA:** 4728  
**Nº REF.:** 2025/17277  
**FECHA TOMA:** 19/09/2025

Proctor Modificado (UNE 103501)				
Punto número	1	2	3	4
Humedad %	5,0	7,4	9,3	10,9
Densidad gr/cm³	2,10	2,15	2,15	2,08
Densidad corregida gr/cm³	2,16			

Densidad máxima 2,16 Humedad óptima 8,4 %



El jefe del área

Fdo. DAVID BONA MARTINEZ  
LICENCIADO C.C. GEOLÓGICAS



Zaragoza, 29 de septiembre de 2025  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. ARANTXA MENDIZÁBAL AGUIRRE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**APÉNDICE X**  
**POSICIÓN DE LAS TRINCHERAS. LÍMITE DE LA DOLINA Y DISTANCIA DE  
SEGURIDAD**

644550

644600

644650

644700

644750

## LEYENDA

- Trincheras 4728
- Dolina
- Distancia seguridad

4629950

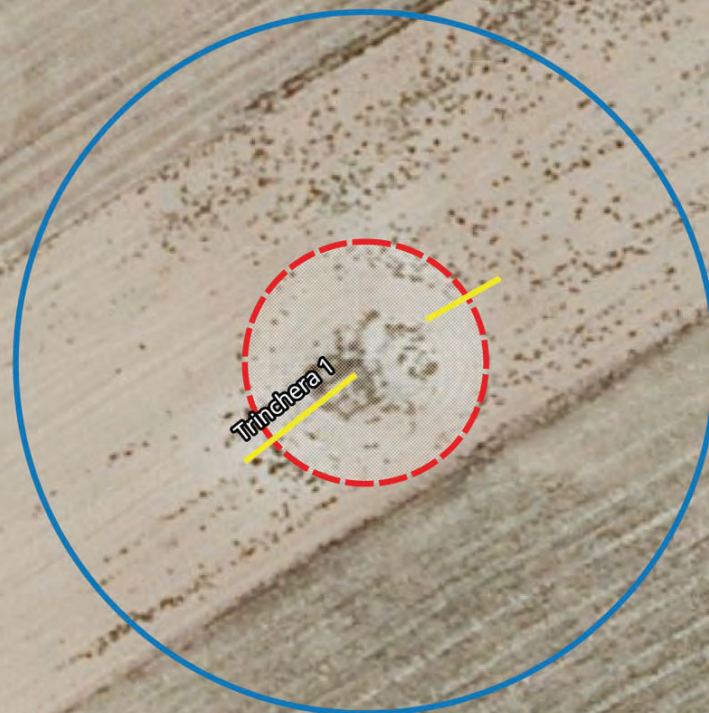
4629900

4629850

4629950

4629900

4629850



Trinchera 1

