



EXPEDIENTE: 22OG1319

AMPLIACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO CPI SOLEDAD
PUERTOLAS. C/ LA ISLA DEL TESORO, 41. ZARAGOZA.

Peticionario:
GOBIERNO DE ARAGÓN
Departamento de Educación, Cultura y
Deporte Secretaria General, Gerencia de
Infraestructuras y Equipamiento.

Zaragoza, septiembre 2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. ENCUADRE GEOLÓGICO	3
3. SISMICIDAD	6
4. TRABAJOS	8
4.1. TRABAJOS DE CAMPO.....	8
4.1.1. SONDEO MECÁNICO	8
Descripción del ensayo	9
Metodología empleada y resultados obtenidos	10
4.2. TRABAJOS DE LABORATORIO	10
Ensayos realizados.....	10
Resultados obtenidos	11
5. PERFIL LITOLOGICO estudio geotécnico GTC-173479-17	11
6. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	12
7. RECOMENDACIÓN DE CIMENTACIÓN referida al informe geotécnico GTC-173479	15
8. CONCLUSIONES	17

DOCUMENTACIÓN ANEXA

ANEXO I. Esquema de situación de los trabajos de campo

 Mapa Geológico de la zona de estudio

ANEXO II. Perfil litológico sondeo mecánico. Fotografías.

ANEXO III. Actas de ensayos de laboratorio

ANEXO IV. Fotografías de la zona de estudio

1. INTRODUCCIÓN

Por indicación del **Gobierno de Aragón. Departamento de Educación, Cultura y Deporte Secretaria General, Gerencia de Infraestructuras y Equipamiento**, se nos solicita, la realización de un sondeo mecánico con el fin de verificar el perfil litológico-resistente del terreno en una parcela, en el barrio de Valdespartera, donde se tiene previsto llevar a cabo la ampliación de las instalaciones del CPI Soledad Puértolas en la calle La Isla del Tesoro con la calle El Ladrón de Bagdad.

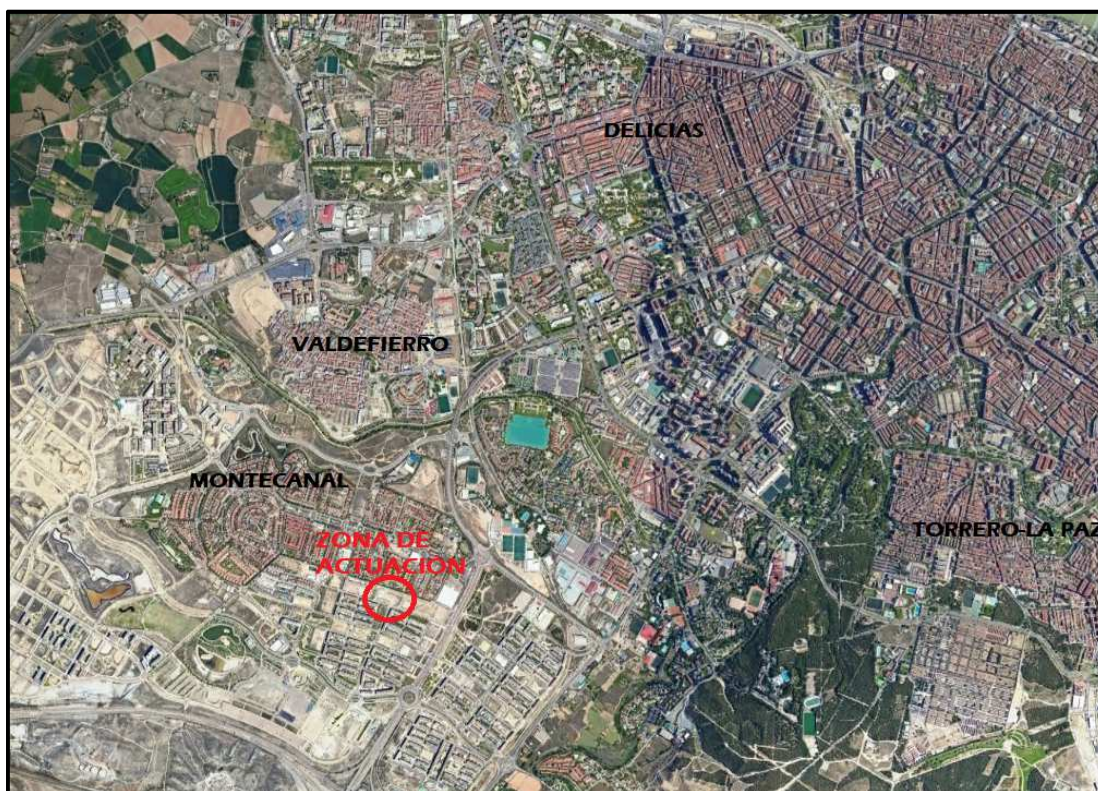


Figura 1. Situación de la parcela de estudio.

En esta misma parcela se realizó un estudio geotécnico con referencia GTC-180045-17, en Septiembre de 2017, parte de la empresa Control 7.

Este estudio nos ha sido facilitado por el peticionario.

De esta forma el reconocimiento del terreno, y en base a las indicaciones del peticionario, se ha realizado sobre la base de un **(1) sondeo mecánico** de 8 m de profundidad. La ubicación de éste, es la indicada por el peticionario y queda reflejada en el plano de situación que se adjunta en el anexo I.

El objetivo de los sondeos es identificar los diferentes estratos que constituyen el perfil litológico del terreno, realizándose los correspondientes ensayos "in situ" que nos permitan establecer la resistencia de los diferentes materiales atravesados. En éste se procede a la extracción y selección de una serie de muestras, representativas de los distintos niveles litológicos, para su posterior estudio y caracterización en el laboratorio. El presente informe está constituido por el conjunto de trabajos realizados, tanto en campo como en el laboratorio, así como por los resultados extraídos de los mismos, y que se distribuye en una memoria y una serie de documentación anexa.

2. ENCUADRE GEOLÓGICO

La Cuenca terciaria del Ebro es, geográficamente, una depresión relativa enmarcada por los Pirineos, la Cordillera Ibérica y las Cadenas Costerocatalanas. De forma triangular, en su extremo occidental enlaza con la Cuenca del Duero por el corredor de La Bureba.

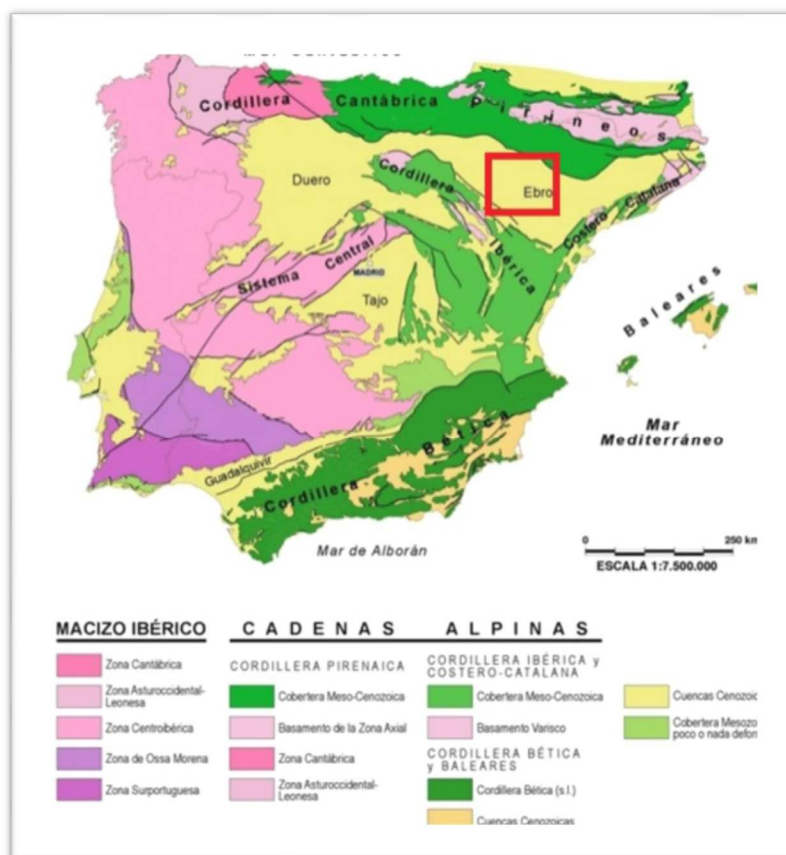


Figura 2. Mapa de Unidades geológicas de la Península Ibérica, Portugal y Baleares. Vera et al.(2004).

Representa la última fase de evolución de la cuenca de antepaís surpirenaica, y sus límites y estructura actual se establecieron entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior, cuando los cabalgamientos frontales surpirenaicos alcanzaron su emplazamiento definitivo. La zona de estudio se ubica en el Sector Central de la Depresión Terciaria del Ebro. Este sector es el más amplio de los tres sectores en que se divide la cuenca, pero es el que presenta una menor subsidencia, de estructura prácticamente tabular (ver fig. 3), en el que la sedimentación presenta un desplazamiento progresivo hacia el margen ibérico, el cual evoluciona finalmente como margen pasivo de la cuenca.

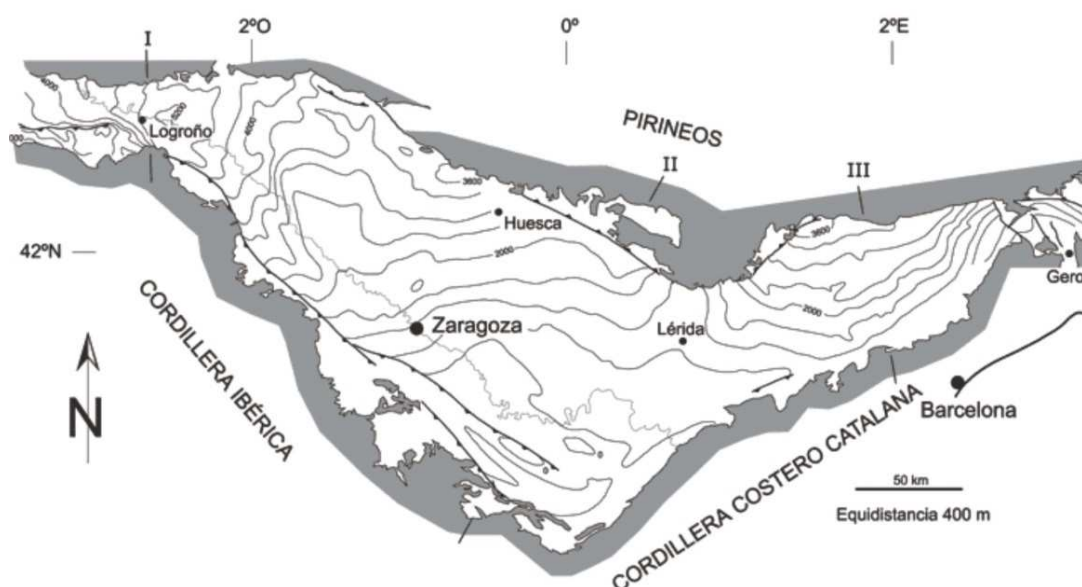


Figura 3. Mapa de isobatas de la Cuenca del Ebro. Simplificado de ITGE (1990). Geología de España, J.A. Vera 2004.

Los materiales terciarios (Mioceno) característicos de esta zona de la cuenca pertenecen a la Formación Yesos de Zaragoza, y está integrada en el sector de referencia fundamentalmente por arcillas y margas de color gris, con niveles intercalados de yeso masivo, concrecional o noduloso (unidad 1). En conjunto, se pueden alcanzar espesores superiores a los 600-800 metros, por lo que a efectos geotécnicos, puede considerarse una formación geológica ilimitada.

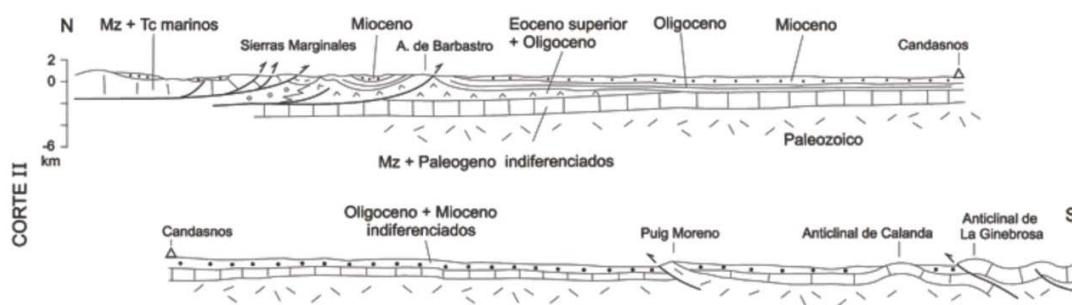


Figura 4. Corte sintético del sector central de la Cuenca del Ebro. Simplificado a partir de Martínez-Peña y Pocoví (1988), Sanz y Zamorano (1992) y González (1989). Geología de España, J.A. Vera 2004.

Sobre el sustrato terciario margoso-evaporítico, la actividad fluvial durante el Cuaternario, ha dado lugar al depósito de los materiales de terraza, constituidos por gravas y arenas, entre las que pueden identificarse niveles, intercalados a modo de lentejones, de arcillas y limos, de espesor variable, que corresponden a la decantación de las partículas más finas transportadas por la dinámica fluvial. En la zona de estudio también afloran como materiales cuaternarios depósitos tipo glacis (unidad 13) y depósitos de vales y fondos de valle, conos de deyección, (unidad 21) con cantos, arenas, limos yesíferos y arcillas de edad Holocena. Ver anexo gráfico y figura 5.

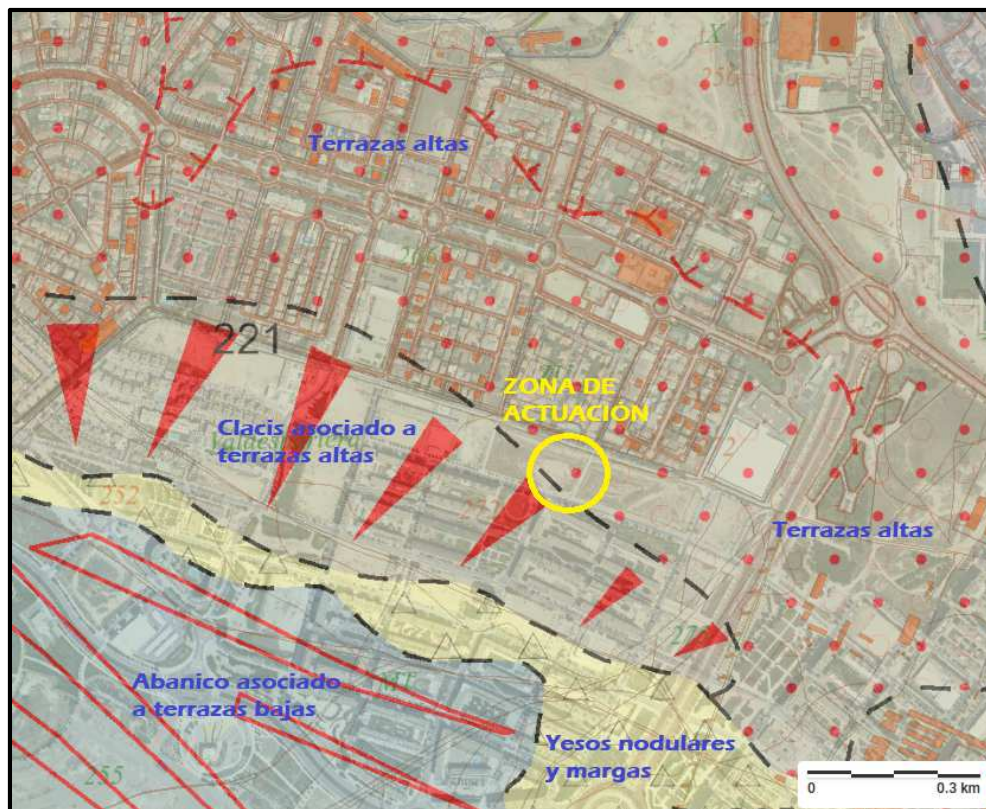


Figura 5. Mapa geológico Digital continuo de España. (Fecha de consulta 5/09/2022). Disponible en: <https://info.igme.es/visor/?Configuracion=igme>

3. SISMICIDAD

En relación a la peligrosidad del entorno de la ciudad de Zaragoza de afecciones por terremotos, se han analizado globalmente las características sísmicas de la zona, siguiendo las especificaciones dadas en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº244 de 11 de Octubre de 2002).

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de la futura edificación en proyecto se calificaría como de **normal importancia** (aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos).

En el caso que nos ocupa la **aceleración sísmica básica** es $a_b < 0.04g$ (ver figura 6), siendo g la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución $K_v = 1$.

Teniendo en cuenta, por tanto, que la aceleración sísmica básica (a_b) resulta inferior a $0,04g$ y la clasificación del tipo de construcción, no es preceptiva la aplicación de la Norma.

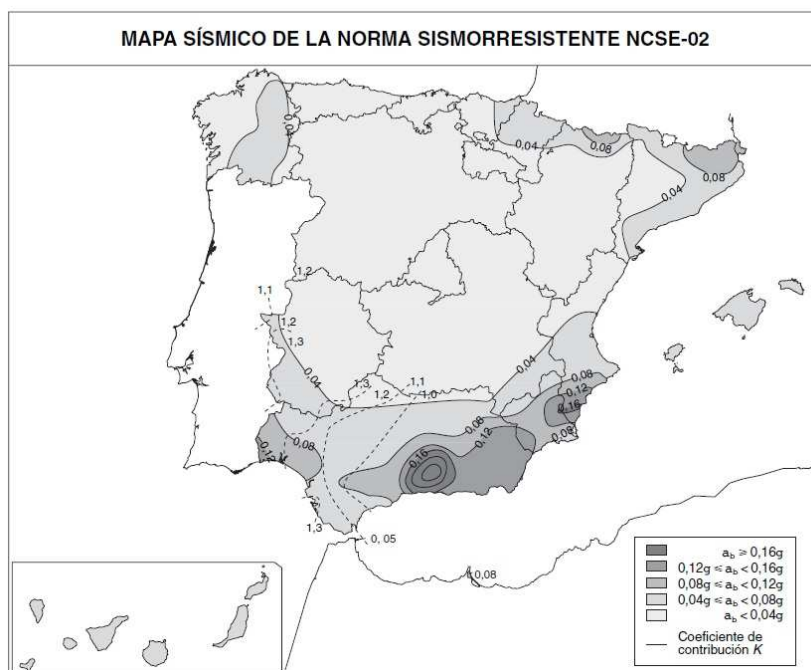


Figura 6. Mapa de Peligrosidad Sísmica de España. Extraído de la NCSE-02

4. PROTECCION FRENTE A LA EXPOSICION AL RADON

Con fecha de 27 de diciembre de 2019, se ha publicado en el BOE nº 311, el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. El nuevo documento entrará en vigor de forma obligatoria a los 6 meses desde la publicación en el BOE (27 de diciembre de 2019).

Entre las modificaciones está la nueva sección del "Documento Básico de Salubridad", la sección HS6 "Protección frente a la exposición al radón" es una trasposición parcial de la Directiva 2013/59/EURATOM del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. En esta nueva sección del Código se recogen las medidas reglamentarias para limitar la penetración del radón en los edificios en función del municipio en que se ubiquen. Con todo ello, se limita la exposición de las personas al gas radón, reduciendo así los riesgos asociados a la misma.

En este sentido, esta sección se aplicará a los edificios situados en determinados términos municipales, que vayan a resultar habitables. No se aplicará en locales no habitables, por ser recintos con bajo tiempo de permanencia.

Además, según el Apéndice B, del Documento Básico HS Salubridad, Zaragoza no se incluye dentro del listado de términos municipales en los que en base a las medidas realizadas por el CSN se considera que hay una probabilidad significativa de que los edificios allí construidos sin soluciones específicas de protección frente al radón presenten concentraciones de radón superiores al nivel de referencia.

Por tanto, en este caso NO ES DE APLICACIÓN la Sección HS 6 del CTE.

5. TRABAJOS

5.1. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo se desarrollaron el día 1 de septiembre de 2022. La cota de inicio del ensayo deducida de la topografía existente previa, es la 266.2 m aproximadamente.

5.1.1. SONDEO MECÁNICO

En el sondeo se ha perforado un total de 8.0 metros. Para la realización del mismo se ha empleado una máquina de rotación, montada sobre camión, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 101 mm.

El testigo de material extraído fue colocado en cajas de plástico parafinado que, debidamente organizadas (ver fotografías de cajas de sondeo en anexo III), fueron testificadas y trasladadas las muestras seleccionadas a un laboratorio inscrito en el registro de la DGA para la Calidad de la Edificación, para ser ensayadas por personal técnico especializado.

Perfil litológico testificado

La columna litológica del sondeo realizado puede consultarse en el anexo II, adjunto a esta memoria.

Se han podido diferenciar los siguientes tramos litológicos en sentido descendente:

Tramo1. Relleno. Dentro de los materiales de relleno obtenidos del sondeo se distinguen dos tramos claramente. El superior con 1 m de espesor se trata de limos arenosos con una coloración un poco sucia y cantos de grava heterométricos. Por debajo de este material aportado, un nivel de arcillas de color marrón oscuro con algunos cantos de grava dispersos en su interior, que podría formar parte del antiguo suelo vegetal, o suelo removido. El conjunto alcanza los 2.1 m.

Tramo2. Nivel granular. Se trata de cantos heterométricos de subangulosos a subredondeados con algún bolo especialmente a techo incluidos en una matriz limoarenosa de color marrón claro.

Tramo 3. Limos y arcillas. A modo de intercalaciones, niveles de granulometría fina que pueden corresponder al rango entre los limos arenosos, arcillosos y arcillas, con espesores de 70-80 cm en el sondeo realizado.

Nivel freático

Durante la fase de realización de los trabajos de campo y hasta el final de la profundidad alcanzada no se ha detectado la presencia del nivel freático.

S.P.T. (Ensayo estándar de penetración)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado los correspondientes ensayos S.P.T., con el objeto de conocer la resistencia, así como la mayor o menor densidad de los diferentes estratos atravesados. La ejecución de este ensayo se ha llevado a cabo siguiendo las especificaciones contempladas en la Norma UNE-EN ISO 22476-3:2005.

Descripción del ensayo

El ensayo estándar de penetración (S.P.T.) viene definido por el número de golpes necesarios para hincar 30 cm un tubo tomamuestras normalizado, mediante una maza de 63.5 kg de peso, que cae desde una altura de 75 cm.

Cuando el terreno es arenoso-limoso, se utiliza la cuchara de Terzaghi y Peck (normalizado), de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 1/3 pulgadas de diámetro interior, mientras que para gravas se utiliza la puntaza cónica, cerrada en punta, de 2 pulgadas de diámetro y 60° de ángulo en punta.

Cuando la ejecución del sondeo llega a la cota en la que se desea llevar a cabo el ensayo, se detiene la perforación y se limpia el sondeo. Entonces se marcan 60 cm en el varillaje, divididos en grupos de 15 cm, contándose los golpes precisos para hincar los 30 cm centrales (N_{30}).

Se considera que se ha obtenido rechazo cuando, al dar 50 golpes, el tomamuestras penetra menos de 15 cm, en cualquiera de los intervalos centrales de golpeo ($N_{15}+N_{15}$).

Metodología empleada y resultados obtenidos

Los valores obtenidos en los SPT realizados con puntaza ciega se corrigen para obtener un valor de N_{30} estándar para puntaza abierta según la siguiente relación:

$$N_{30\text{puntaza abierta}} = N_{30\text{puntaza ciega}} / 1.3$$

Por otro lado, al valor de golpeo obtenido en el ensayo le aplicamos un factor de corrección a causa de la pérdida de energía por el propio sistema de golpeo (60% según el dispositivo de la norma). Para los martillos automáticos que se usan en la actualidad el valor de rendimiento estaría en torno al 75-95% de la energía teórica en lugar de ese 60 %. Por tanto, al valor de N_{30} le aplicaremos un valor de 1,3.

Se han obtenido los siguientes resultados en los sondeos:

Sondeo	Nº ensayo	Profundidad (m)	$N_{30}=N_{15}+N_{15}$	Valor correg. N_{30}	Tramo litológico
S-1	1	1.0-1.6	24=14+10*	24	Relleno
S-1	2	3.0-3.6	34=16+18*	34	Gravas
S-1	3	5.0-5.45	38=16+22	49	Limos y gravas
S-1	4	7.0-7.45	23=10+13	30	Arcillas

*Realizados con puntaza ciega

Los SPT en el nivel de gravas presentan valores de golpeo elevados, $N_{30}=34-49$, definiendo una compacidad densa. En los materiales de granulometría fina los valores de SPT son igualmente elevados definiendo en este caso una consistencia dura.

5.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Ensayos realizados

En base al perfil del terreno obtenido, las muestras fueron examinadas de manera minuciosa "in situ" por personal especializado, agrupándose de manera conveniente. De esta manera se decide someter a ensayo una serie de muestras representativas de cada tramo litológico distinguido.

Los ensayos realizados fueron los siguientes:

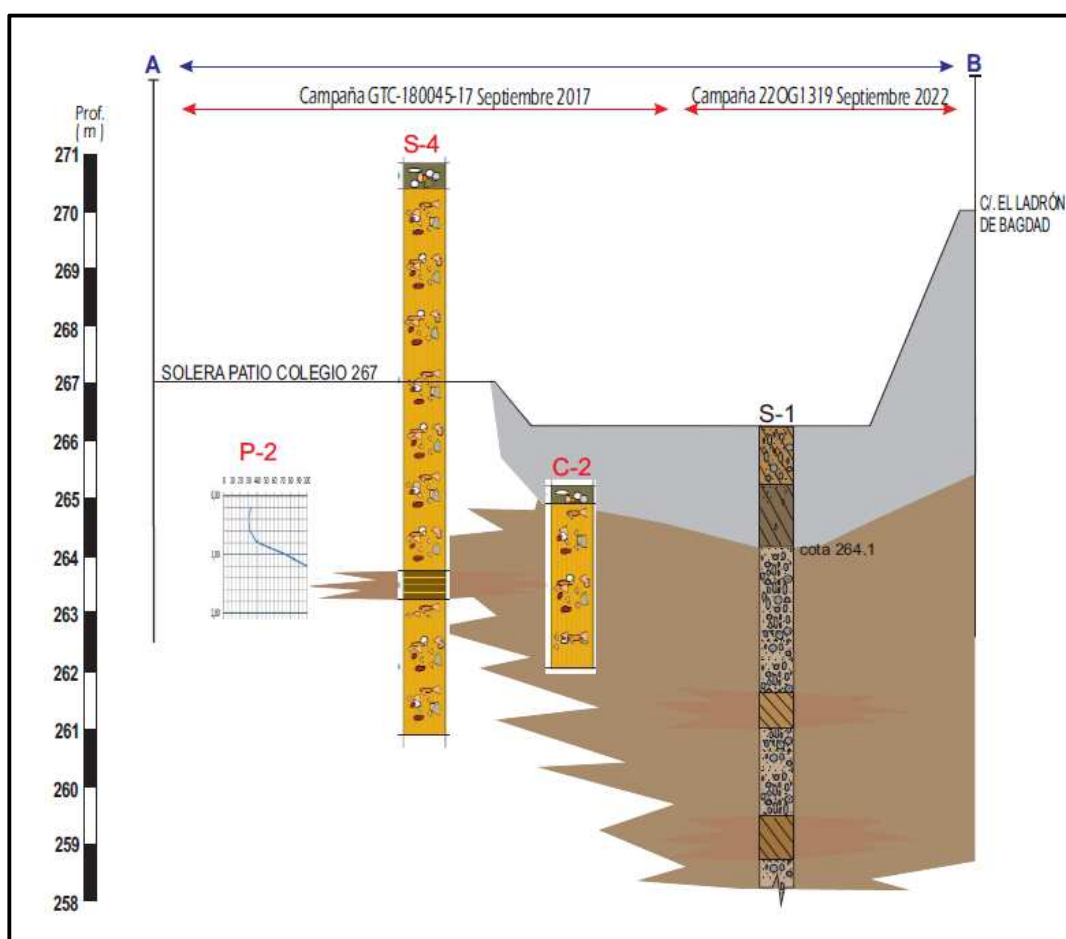
Ensayo	Normativa
Granulometría de suelos por tamizado	UNE 103.101/95
Límites de Atterberg	UNE 103.103/94 y UNE 103.104/93
Agresividad de sulfatos al hormigón	UNE 83963/08

Resultados obtenidos

Las actas detalladas de cada uno de los ensayos se pueden consultar en el anexo III.

6. PERFIL LITOLOGICO estudio geotécnico GTC-180045-17

Se han seleccionado los ensayos realizados en la parcela y reflejados en el estudio geotécnico con referencia GTC-180045-17, más próximos al nuevo punto de ensayo denominado S-1. Estos ensayos son el P-2, S-4 y C-2. En el siguiente gráfico se han integrado ambas campañas reflejando las cotas de inicio absolutas de estos ensayos en base a la documentación facilitada.



Las cotas de inicio de los diferentes ensayos se muestran a continuación

GTC-180045-17 Septiembre 2017			22OG1319 Septiembre 2022
P-2	S-4	C-2	S-1
265.08	270.90	265.22	266.20

UTM ETRS 89 USO30

En líneas generales vemos que el tipo de materiales dominantes en el perfil son los granulares. Estos fueron definidos en el informe de referencia como *“nivel de recubrimientos cuaternarios aluviales constituidos por unas gravas con cantos subangulosos en los que predomina la caliza, heterométricos con bolos, matriz arenosa marrón anaranjada.....tramo de compacidad moderada relacionada con valores de N_{SPT} por encima de 50 en general.”* Clasificación Casagrande GM.

En cuanto a las intercalaciones de material de granulometría fina estos se definieron como *“nivel de recubrimientos cuaternarios a base de arcillas limosas con eflorescencias blanquecinas, y cantos subangulosos dispersos.intercalaciones de no mas de 0.60 m de espesor y consistencia dura.* Clasificación Casagrande ML-CL.

Este perfil litológico es coherente con el testificado en la actual campaña.

7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Partiendo de la base de los resultados obtenidos en el perfil litológico-resistente de los ensayos de campo y concretando propiedades de los materiales a partir de los ensayos de laboratorio, se reconoce un modelo geológico-geotécnico de terreno formado por tres **Unidades Geotécnicas** (ver corte en anexo II), a las que nombraremos con la misma nomenclatura que en el informe de referencia, ya que se pueden asimilar a estos. La descripción detallada de cada unidad, así como su distribución en profundidad y espesor, propiedades de estado y parámetros geotécnicos, la realizamos a continuación utilizando para ello la misma nomenclatura que en estudio geotécnico de referencia realizado con anterioridad:

Unidad geotécnica UG_{rell-tv}. Rellenos/suelo removido/suelo vegetal. Este nivel se ha testificado en el nuevo sondeo hasta los 2.1 m. Está formado por un primer tramo de limos arenosos y cantos de grava de aspecto suelto aportadas de matriz limoarenosa

que continua en profundidad con unas arcillas en tonos marrón oscuro y que podrían pertenecer al antiguo terreno natural o suelo vegetal..

Unidad Geotécnica UG_{col}. Tramo 1: Gravass arenosas y limoarenosas con matriz marrón claro. Los cantos son subangulosos a subredondeados con presencia de algún bolo. En base a los ensayos de penetración realizados quedan definidos por una compacidad densa. Este fue el material mayoritario testificado en la anterior campaña y que ha sido caracterizado como gravas limosas y como grava mal graduada con limo con arena en esta campaña, grupo Casagrande GM y GM-GP.

Origen datos	GTC-173479-17	22OG1319
Golpeos S.P.T., N ₃₀	34-Rechazo	34-49
Clasificación Casagrande	GM	GM-GP
Índice de plasticidad, IP	No plástico	
Densidad aparente	1.95-2.05 gr/cm ³	
Ángulo rozamiento interno, ϕ	36°-38°	
Módulo de deformación, E (estimado)	450-550 kp/cm ²	
Sulfatos	<300 mg/kg	<1000 mg/kg

Tal y como se definía ya en la anterior campaña son materiales con una baja deformabilidad con módulos de deformación elevados

Unidad Geotécnica UG_{col}. Tramo 2: Arcillas limosas y limos arenosos que se intercalan en el nivel de gravas con espesores de 70-80 cm en la actual campaña. En base a los ensayos de penetración realizados quedan caracterizadas por una elevada compacidad. Dado el escaso espesor de estos materiales en la actual campaña no se ha realizado ensayos específicos, adoptándose los de la campaña anterior.

Tal y como se definía ya en la anterior campaña son materiales con una deformabilidad media-alta con módulos de deformación bajos a medios

Golpeos S.P.T., N ₃₀	28-27-30
Clasificación Casagrande	CL, ML-CL
Índice de plasticidad, IP	8.6-6.2
Densidad aparente	1.84 gr/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0.47
Módulo de deformación, E (estimado)	150-250 kp/cm ²
Colapso/hinchamiento	no
Sulfatos	<1000 mg/kg

PERMEABILIDAD Y RIPABILIDAD/EXCAVABILIDAD DE LOS MATERIALES

Para obtener valores de permeabilidad orientativos para los tipos de suelos descritos podemos consultar la tabla que se adjunta a continuación:

Permeabilidad (m/día) (cm/seg)	10 ⁴	10 ³	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	
	10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	
Tipo de terreno	Grava limpia		Arena limpia, mezcla grava y arena			Arena fina,arena arcillosa, mezcla arena-limo-arcilla, arcillas estratiformes				Arcillas no meteorizadas		
Calificación	buenos acuíferos					acuíferos pobres				impermeables		
Capacidad drenaje	drenan bien						drenan mal			no drenan		
Uso en presas	partes permeables						pantallas impermeables					

(tomado de Benítez, p.128)

De esta manera, para los diferentes tipos de terreno testificados en el perfil litológico y en base a la tabla D.28, del DB del Código Técnico de la Edificación (coincidente con la de Benítez), las permeabilidades orientativas serán:

Unidad	Litología	Permeabilidad, K_s cm/seg
UG _{rell-sv}	Gravas/arcillas	10^{-1} - 10^{-1} / 10^{-5} - 10^{-7}
UG _{col} Tramo 1	Gravas	10^{-1} - 10^{-1}
UG _{col} Tramo 2	Limos	10^{-3} - 10^{-5}

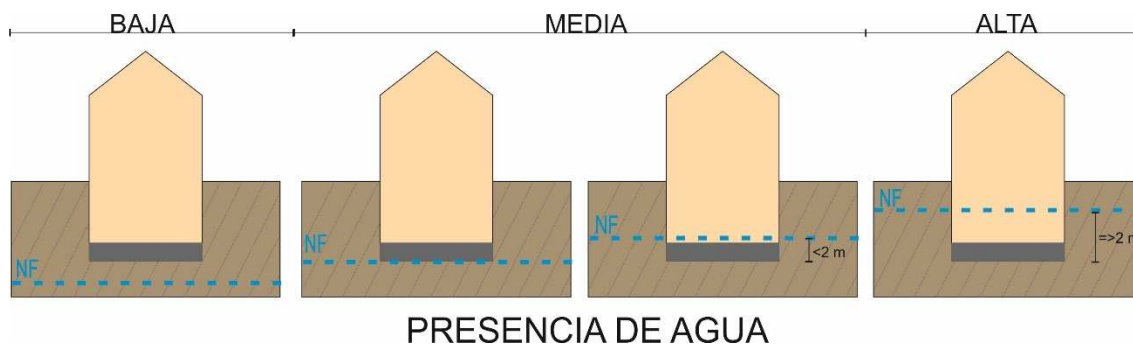
Respecto a la **ripabilidad/excavabilidad** de los materiales detectados en la parcela, podemos considerarlos como fácilmente excavables con medios mecánicos convencionales (retroexcavadoras, giratorias...).

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 del DBHS1, en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 del DBHS1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K > 10^{-5}$ cm/s	$K < 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

En el caso que nos ocupa, el grado de impermeabilidad de los suelos granulares será de 2 y de 1 para los suelos más arcillosos superficiales.

2.1.1. Grados de impermeabilidad. Presencia de agua:



8. RECOMENDACIÓN DE CIMENTACIÓN referida al informe geotécnico GTC-180045-17

El nivel de cimentación corresponderá con el tramo granular denso, que en el nuevo sondeo se ha testificado a partir de los 2.1 m medidos desde la cota de emboquille y que en base a las cotas absolutas deducidas de la información aportada por el peticionario corresponde a la cota 264.1 m.s.m.

Calculamos la presión admisible con el método simplificado para suelos granulares con la siguiente expresión del CTE DB, basados en el SPT obtenido en los ensayos de campo (formulas de Meyernof).

$$q_{adm} = 8 \bullet N_{SPT} \left[1 + \frac{D}{3B} \right] \left(\frac{S_t}{25} \right) \left(\frac{B + 0.3}{B} \right)^2 \quad \text{para } B > 1,2$$

y $B < 5$ m. Para $B > 5$ debe comprobarse los asientos según el apartado F.1.2.2.

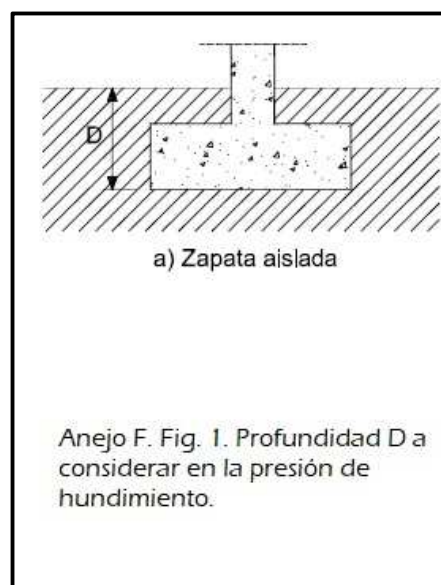
Donde,

B = ancho equivalente en m

S_t = Asiento total admisible en mm (25 mm)

N_{spt} = valor medio de los resultados, obtenidos en la zona de influencia de la cimentación (entre $0,5B$ y $2B$)

D = prof. Definida en el anejo F



$$\left[1 + \frac{D}{3B}\right] \text{ será } = \text{ o menor de } 1.3$$

Formula aplicable hasta ancho real =5 m. Para anchuras superiores deben comprobarse siempre los asientos.

Aplicando esta formulación la carga admisible será de $q_{adm}=3.5 \text{ kg/cm}^2$

En el informe de referencia se apuntaba a *una cimentación mediante zapatas arriostradas apoyadas directamente sobre la UG_{col} tramo 1*. Para este nivel se calculó una *tensión de al menos 3.0 kg/cm²*.

COEFICIENTE DE BALASTO

Teniendo en cuenta la naturaleza de los materiales de la unidad geotécnica UG_{gr}, se puede estimar un coeficiente de balasto (para una placa cuadrada de 30 cm de lado) de $K_{30}= 120\text{-}150 \text{ MN/m}^3$ (=12,0-15.0 kp/cm³). Por otro lado, a continuación, se detallan las fórmulas a emplear para el cálculo del módulo de balasto:

Para suelos granulares	$K = K_{30} \times (b + 0.3 / 2b)^2$
Para suelos cohesivos	$K = K_{30} \times (0.3 / b)$

Donde,

b	ancho de la cimentación
---	-------------------------

Esta fórmulas son las definidas en el CTE SE-C como las enunciadas por Terzaghi (1955) "Evaluation of coefficients of subgradereaction". Geotechnique, vol. 5, pp 297-326. Si la cimentación es rectangular con dimensiones b x l, entonces:

según Terzaghi (1955)	$K = 2/3 \times K_{cuad} \times (1 + b / 2l)$
según el CTE SE-C	$K = K_{cuad} \times (1 + b / 2l)$

9. CONCLUSIONES

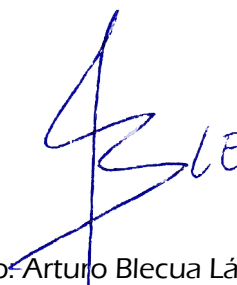
A continuación, exponemos los principales aspectos y conclusiones extraídos del estudio geotécnico:

1. Por indicación del **Gobierno de Aragón. Departamento de Educación, Cultura y Deporte Secretaria General, Gerencia de Infraestructuras y Equipamiento**, se nos solicita, la realización de un (1) sondeo mecánico con el fin de verificar el perfil litológico resistente del terreno en una parcela en el barrio de Valdespartera, donde actualmente se ubica el CPI Soledad Puertolas y que se tiene previsto ampliar.
2. El perfil litológico-resistente, testificado en este sondeo está formado por las siguientes unidades geotécnicas:
 - **Unidad geotécnica UG_{rell-tv}. Rellenos/suelo removido/suelo vegetal.** Este nivel se ha testificado en el nuevo sondeo hasta los 2.1 m. Primer tramo de limos arenosos y cantos de grava de aspecto suelto aportadas de matriz limoarenosa que continúan con arcillas de color marrón oscuro.
 - **Unidad Geotécnica UG_{col}. Tramo 1: Gravass** arenosas y limoarenosas con matriz marrón claro. Los cantos son subangulosos a subredondeados con presencia de algún bolo. Compacidad densa. Nivel de cimentación
 - **Unidad Geotécnica UG_{col}. Tramo 2: Arcillas limosas y limos arenosos** a modo de intercalaciones en el nivel de gravas con espesores de 70-80 cm en la actual campaña. Caracterizados por una elevada compacidad.
5. Durante la fase de ejecución de los trabajos de campo y hasta el final de la profundidad investigada no se ha detectado la presencia de nivel freático
6. Debe tenerse en cuenta que los sondeos son ensayos puntuales de muy pequeño diámetro, y sólo válidos para los puntos donde se realizan las perforaciones/ensayos, por lo que la extrapolación de resultados a otros puntos debe realizarse con las debidas precauciones.
7. En el informe geotécnico de la parcela con referencia GTC-180045-17, realizado en septiembre de 2017 se apuntaba como solución constructiva *zapatas arriostradas apoyadas directamente sobre la UG de gravas (UG_{glr} Tramo 1)*. Para este nivel se calculó una *tensión de 3.0 kg/cm²*.

8. El perfil testificado en la actual campaña, verifica los datos geotécnicos obtenidos en el estudio geotécnico, por lo que se puede considerar la misma tensión de 3.0 kg/cm² calculada en el informe de referencia.
9. En cuanto a la solución de cimentación podrán realizarse zapatas aisladas y ariostradas empotradas en el terreno natural (UG_{gr} Tamo 1). En este sentido y dada la profundidad a la que se detecta el nivel de gravas, se hará necesarios la ejecución de pequeños pozos para alcanzar el nivel de cimentación, siendo rellenados de hormigón pobre hasta la cota de desplante de las zapatas.
10. En base a los ensayos químicos llevados a cabo para determinar el contenido en sulfatos solubles, se obtiene que el terreno analizado NO resulta agresivo al hormigón.



Fdo: Mercedes Carrascón Sanz
Geóloga
Colegiado nº 4883



Fdo: Arturo Blecuá Lázaro
Geólogo
Colegiado nº 3150



Zaragoza, a 13 de septiembre de 2022

DOCUMENTACIÓN ANEXA

[ANEXO I.](#) Mapa geológico de la zona de estudio

Plano de situación de los trabajos de campo

[ANEXO II.](#) Perfil litológico del sondeo y fotos

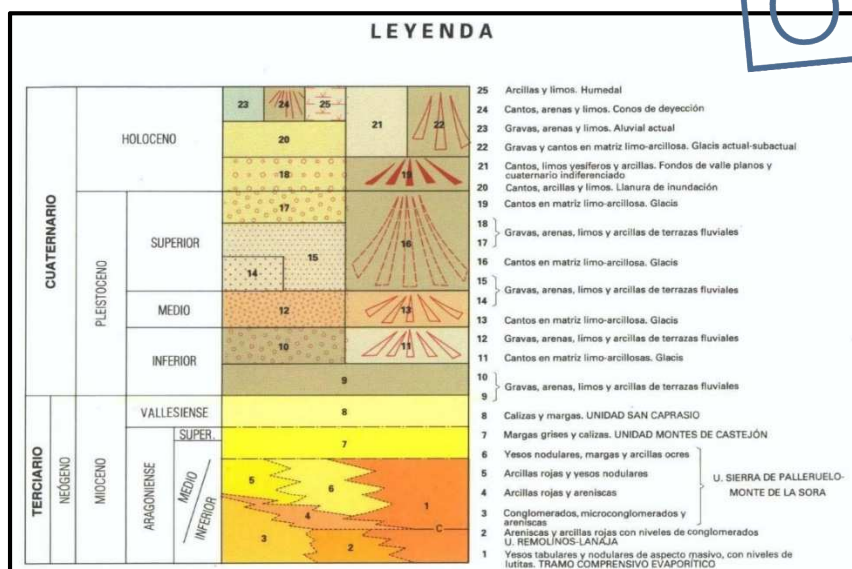
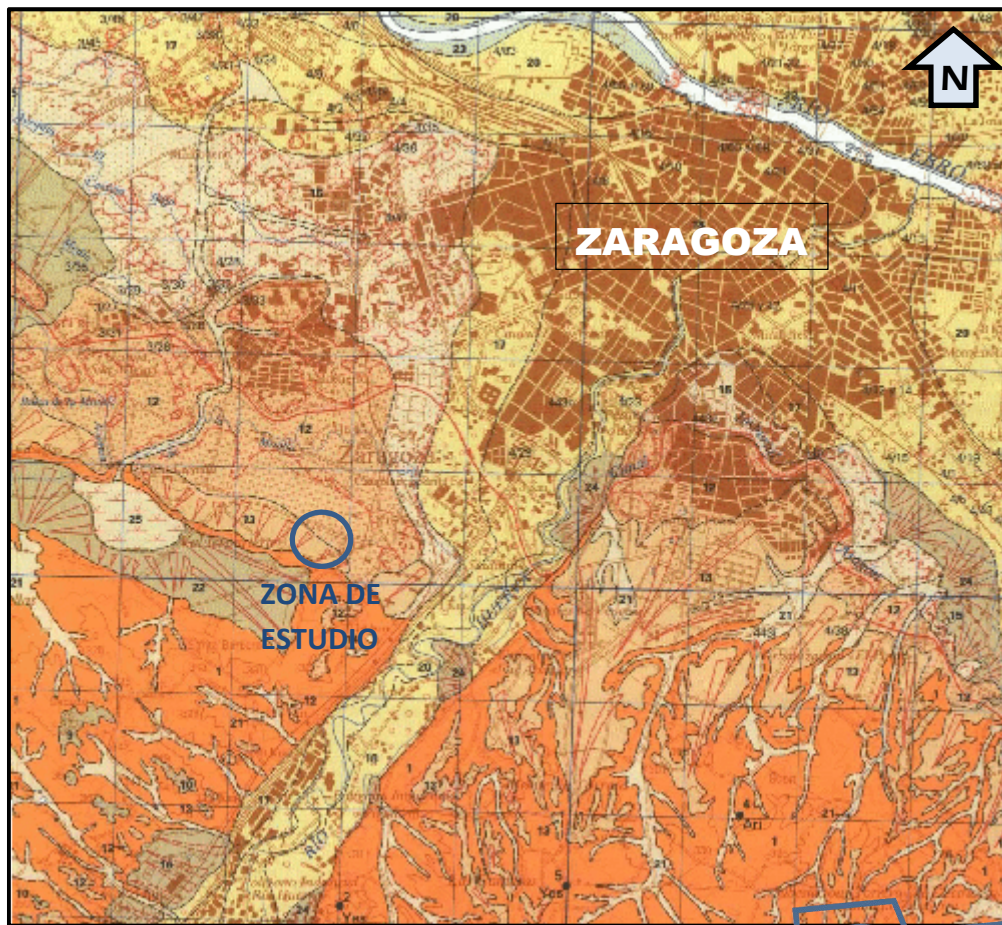
[ANEXO III.](#) Actas de ensayos de laboratorio

[ANEXO IV.](#) Fotografías de la zona de estudio

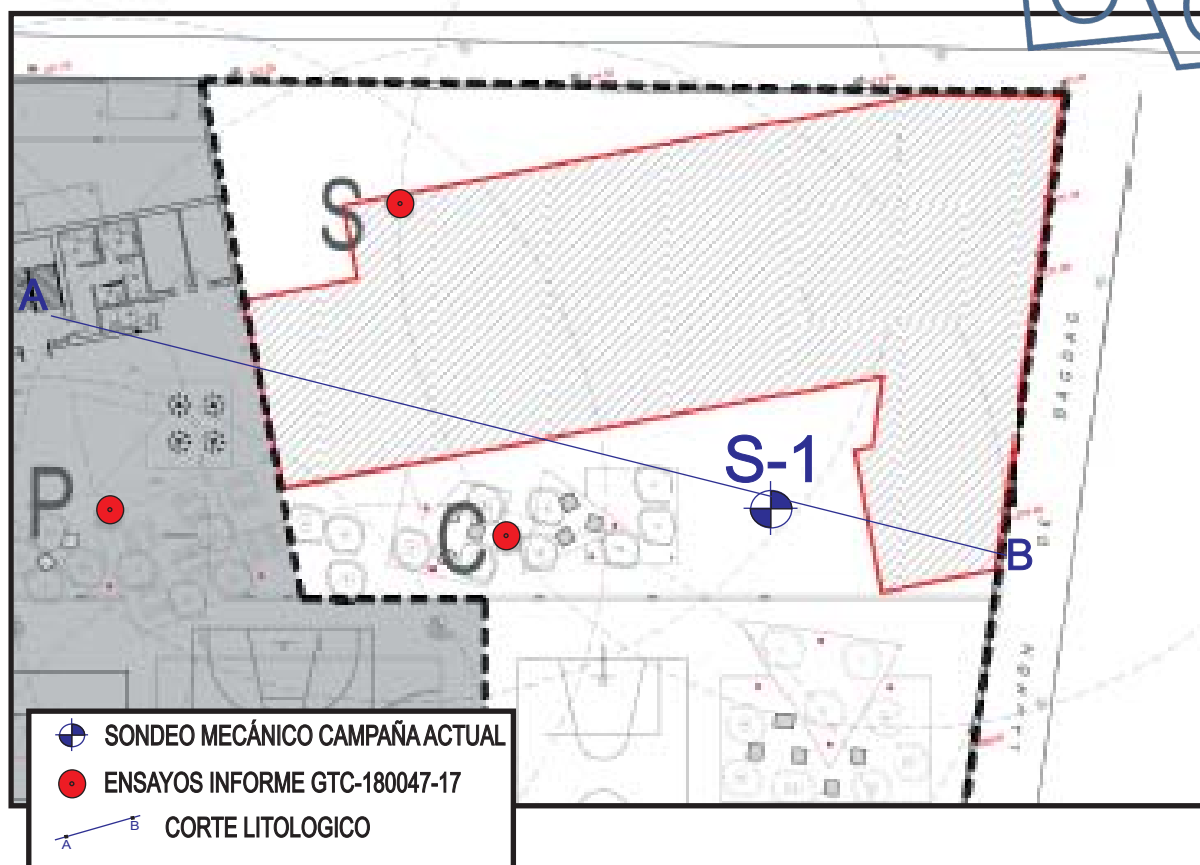
ANEXO I.

Mapa geológico de la zona de estudio
Plano de situación de los trabajos de campo

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. 1: 50.000. HOJA 383. ZARAGOZA



ESQUEMA SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO



ANEXO II.



Perfil litológico del sondeo y fotos

Obra: AMPLIACIÓN CPI SOLEDAD PUERTOLAS. Bº VALDESPARTERA. ZARAGOZA

Fecha: 1/08/2022

Peticionario: GOBIERNO DE ARAGÓN, Departamento de Educación, Cultura y Deporte Secretaría General Técnica, Gerencia de Infraestructuras y Equipamiento

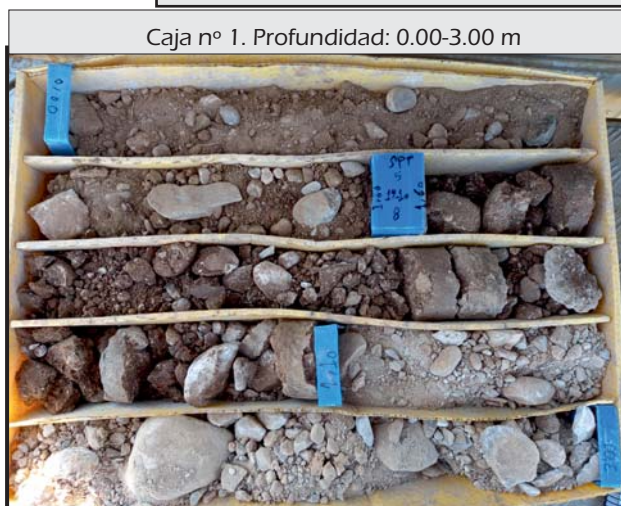
Referencia: 22OG1319

Batería	Díametro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	S.P.T. / M.Inalterada	Nivel freático	Muestras	Calsific. Casagrande	Descripción de materiales
Sp/Sc/W	101	1.0	2.1		1.0	NO DETECTADO		GP-GM	Tramo-1. (0.0-2.1 m). Relleno. De 0.0 a 1.0 m grava limosa aportada De 1.0 a 2.1 m arcilla de color marrón oscuro con algunos cantos de grava dispersos.
				1.6	5-14-10-8*		M-1		
		2.1		3.0			M-3		Tramo-2. (2.1-8.0 m). Nivel granular. Grava arenosa y limo arenosa de color marrón con algún bolo y cantos heterométricos subredondeados a subangulosos. Intercalaciones de escaso espesor (0.7-0.8 m) de material fino formado por limos arenosos, arcillosos y arcillas de color marrón.
				3.6	17-16-18-36*				
	5.9	5.0							
		5.45		14-16-22*					
		7.0							
		7.45		12-10-13*					
		8.0							

Sp.- Batería Simple Db.- Batería Doble
W.- Corona widia D.- Corona Diamante
Sc.- Perforado en Seco Ag.- Perf. con Agua
*- SPT realizado con puntaza ciega

Zaragoza, 2 de septiembre de 2022

Fotografías de las Cajas portatestigos del Sondeo S-1

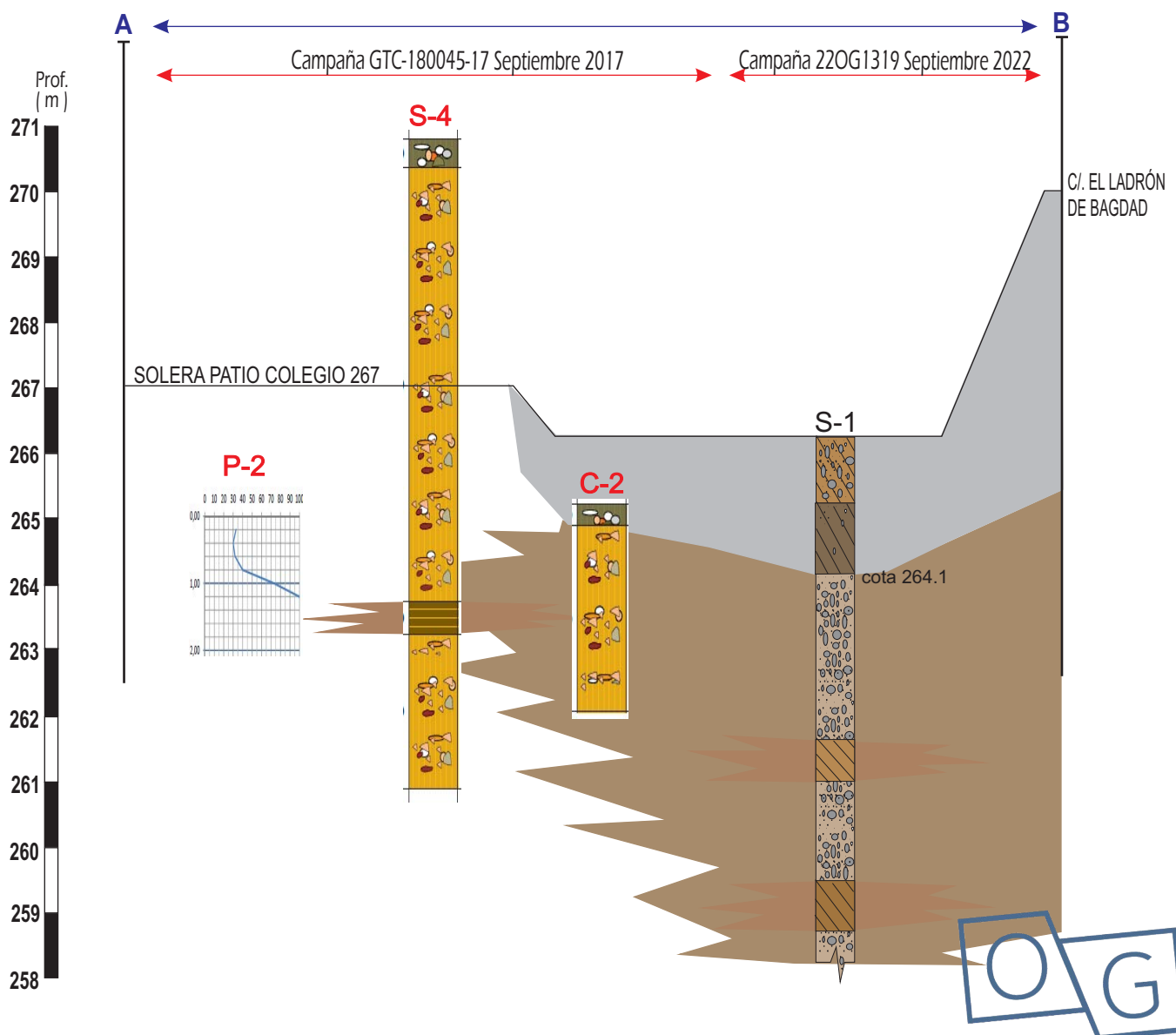


Caja nº 3
Profundidad: 6.20-8.00 m



CORTE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO B-A

AMPLIACIÓN CPI V SOLEDAD PUERTOLAS. Bº VALDESPARTERA. ZARAGOZA



LEYENDA

	Rellenos
	Gravas y arenas
	Limos arenosos y arcillosos

ANEXO III.

Actas de ensayos de laboratorio

Referencia Muestra... 226385

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA
FECHA ENTRADA 9 de septiembre de 2022

Referencia Informe.... EXP 22280

REF. CLIENTE S-1 M-1 (1,00 - 1,30 m)
PETICIONARIO OFIGEO
DEN. OBRA EG AMPLIACIÓN CPI SOLEDAD
PUERTOLAS Bº VALDESPARTERA - ZGZA

DATOS ENSAYO

-	Referencia tara	VP 76
m	Muestra ensayada (kg)	0,0483
m ₃	Tara crisol porcelana (mg)	26308
m ₄	Tara crisol + Precipitado calcinado (mg)	26321
p=m ₄ -m ₃	Masa precipitado calcinado (mg)	13

RESULTADO ENSAYO

$$SO_4^{2-}(\text{mg/kg de suelo seco})=(0,416*(p/m))$$

$$SO_4^{2-}(\text{mg/kg de suelo seco})= < 1000$$

VºBº



Eduardo Baquer Barriandos
Director Técnico

Fdo.



José A. Ballesteros Estela
Responsable ensayo

Caspe, a 12 de septiembre de 2022

Referencia Muestra... 226386

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA
FECHA ENTRADA 9 de septiembre de 2022

CÁLCULOS PREVIOS

A	Muestra total seca al aire	3128,0
B	Gruesos lavados	2417,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	709,3
$D = (B + C)$	Muestra total seca	3126,3
E	Fracción fina ensayada seca al aire	118,8
$F = E * f$	Fracción fina ensayada seca	118,5
C/F		6,0

Referencia Informe.... EXP 22280

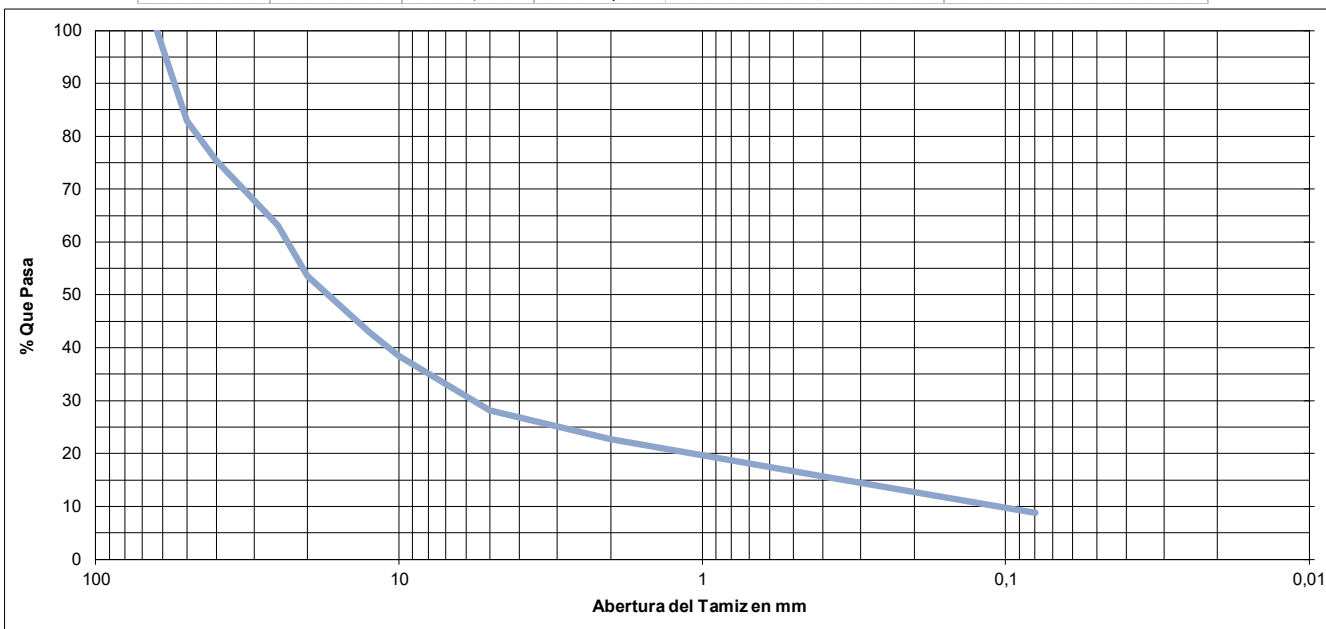
REF. CLIENTE S-1 M-2 (2,50 - 3,00 m)
PETICIONARIO OFIGEO
DEN. OBRA EG AMPLIACIÓN CPI SOLEDAD
PUERTOLAS Bº VALDESPARTERA - ZGZA

HUMEDAD HIGROSCÓPICA

$f = (100 / (100 + h))$	F/correc. hum. higroscópica	1,0
$h = (a/s) * 100$	Humedad higroscópica %	0,2
$a = (t+s+a) - (t+s)$	Agua	0,1
$t+s+a$	Tara+suelo+agua	96,2
$t+s$	Tara+suelo	96,1
t	Tara	35,4
s	Suelo	60,7

CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO

Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		g en parte fina ensayada	g en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4				
80	3				
63	2,5			3126,3	100
50	2		537,6	2588,7	83
40	1,5		231,6	2357,1	75
25	1		383,9	1973,2	63
20	3/4		299,9	1673,3	54
12,5	1/2		331,6	1341,7	43
10	3/8		141,2	1200,5	38
5	4		322,0	878,5	28
2	10		169,3	709,3	23
0,4	40	36,6	218,9	490,3	16
0,08	200	35,9	214,7	275,7	9



OBSERVACIONES:

VºBº

Eduardo Baquer Barriendos
Director Técnico

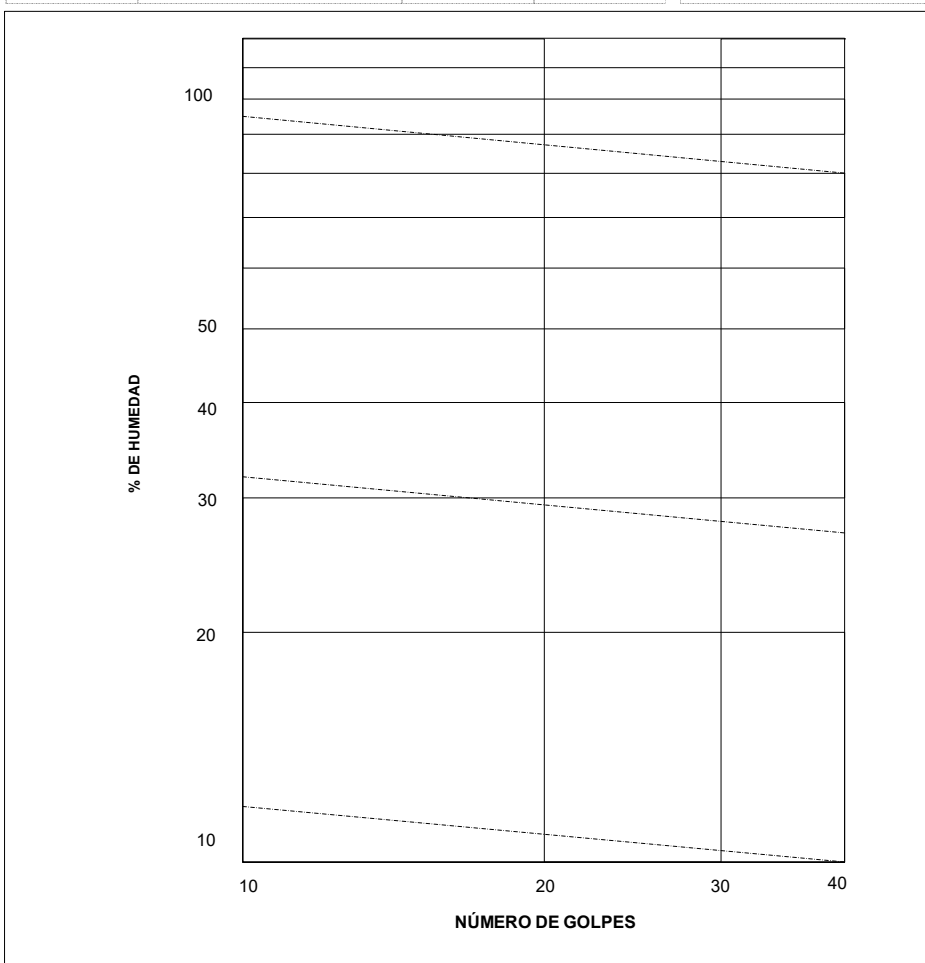
Fdo.

José A. Ballesteros Estela
Responsable ensayo

Caspe, a 12 de septiembre de 2022

Referencia Muestra... 226386		Referencia Informe..... EXP 22280	
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S-1 M-2 (2,50 - 3,00 m)
TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA	PETICIONARIO	OFIGEO
FECHA ENTRADA	9 de septiembre de 2022	DEN. OBRA	EG AMPLIACIÓN CPI SOLEDAD PUERTOLAS B° VALDESPARTERA - ZGZA

CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO				CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO			
-	Nº de golpes			-	Referencia tara		
-	Referencia tara			$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua		
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua			$t+s+a$	Tara + suelo + agua		
$t+s+a$	Tara + suelo + agua			$t+s$	Tara + suelo		
$t+s$	Tara + suelo			t	Tara		
t	Tara			$s=(t+s)-t$	Suelo		
$s=(t+s)-t$	Suelo			$w=100*(a/s)$	% Humedad		
$w=100*(a/s)$	% Humedad						



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LÍMITE LÍQUIDO =	N. P.*
LÍMITE PLÁSTICO =	N. P.*
ÍNDICE PLASTICIDAD =	N. P.*

*N.P. = NO PRESENTA LÍMITE

INCERTIDUMBRE ENSAYO
LÍMITE PLÁSTICO $\delta=0,11$
LÍMITE LÍQUIDO $\delta=0,20$

VºBº

Fdo.

Eduardo Baquer Barriendos
Director Técnico

José A. Ballesteros Estela
Responsable ensayo

Caspe, a 12 de septiembre de 2022

Referencia Muestra... 226386

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA
FECHA ENTRADA 9 de septiembre de 2022

Referencia Informe.... EXP 22280

REF. CLIENTE S-1 M-2 (2,50 - 3,00 m)
PETICIONARIO OFIGEO
DEN. OBRA EG AMPLIACIÓN CPI SOLEDAD
PUERTOLAS Bº VALDESPARTERA - ZGZA

DATOS ENSAYO

-	Referencia tara	VP 11
m	Muestra ensayada (kg)	0,0502
m ₃	Tara crisol porcelana (mg)	25611
m ₄	Tara crisol + Precipitado calcinado (mg)	25625
p=m ₄ -m ₃	Masa precipitado calcinado (mg)	14

RESULTADO ENSAYO

$$SO_4^{2-}(\text{mg/kg de suelo seco})=(0,416*(p/m))$$

$$SO_4^{2-}(\text{mg/kg de suelo seco})= < 1000$$

VºBº

Eduardo Baquer Barrios
Director Técnico

Fdo.

José A. Ballesteros Estela
Responsable ensayo

Caspe, a 12 de septiembre de 2022

ANEXO IV.

Fotografías de la zona de estudio



Foto 1. Vista general de la zona de actuación



Foto 2. Ubicación sondeo S-1