



EXPEDIENTE: 19OG0831

AMPLIACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO CIP PARQUE
VENECIA. AVDA. POLICÍA LOCAL. ZARAGOZA.

Peticionario:
GOBIERNO DE ARAGÓN
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN
CULTURA Y DEPORTE.

Zaragoza, agosto 2019

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ENCUADRE GEOLÓGICO	3
3. SISMICIDAD	5
4. TRABAJOS	7
4.1. TRABAJOS DE CAMPO	7
4.1.1. SONDEO MECÁNICO	7
Descripción del ensayo	9
Metodología empleada y resultados obtenidos	9
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**, 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 Parque Venecia, donde se está llevando a cabo la construcción de un CIP.



Figura 1. Situación de la parcela de estudio.

En esta misma parcela se realizó un estudio geotécnico con referencia GTC-173479-17, en Marzo de 2017, y una ampliación de este con referencia GTC-180081-17, en Agosto de 2017, ambos por parte de la empresa Control 7.

Estos estudios nos han sido facilitados 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 12 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 estos

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 Costercatalanas. De forma triangular, en su extremo occidental enlaza con la Cuenca del Duero por el corredor de La Bureba.

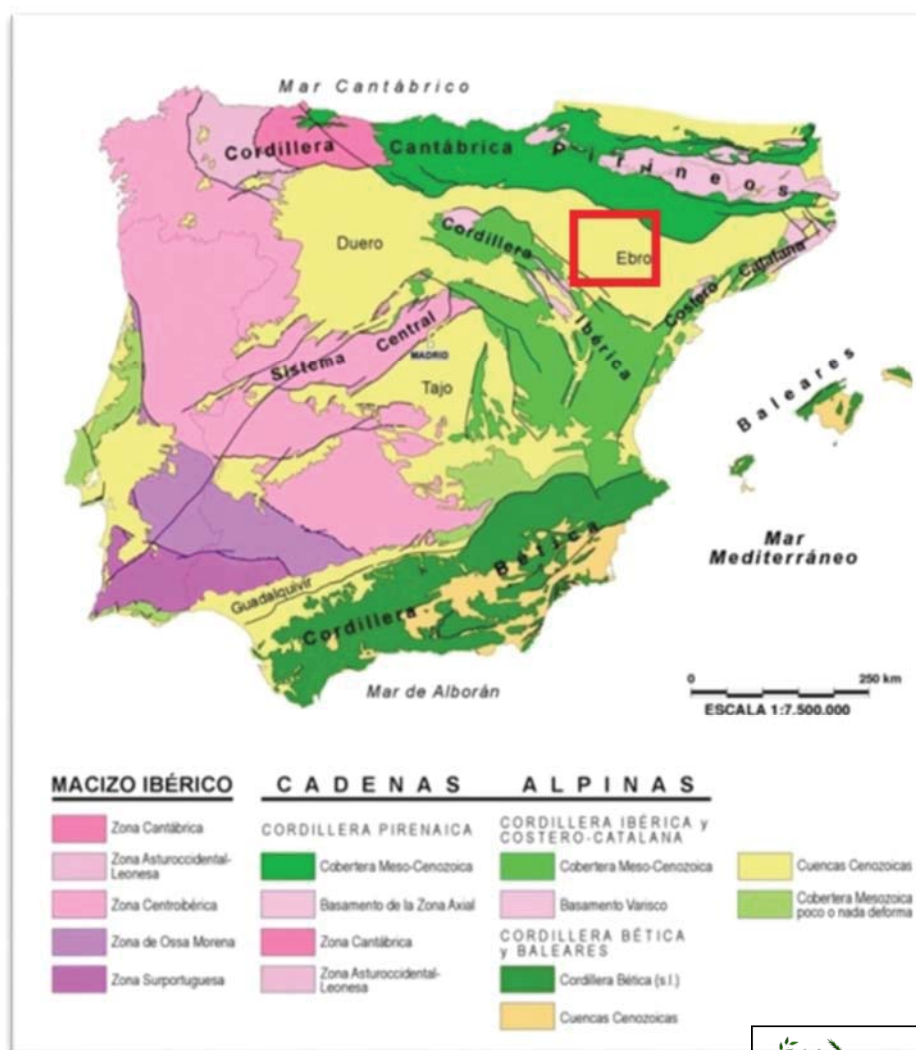


Figura2. Mapa de Unidades geológicas de la Península Ibérica, Portugal y Baleares. Vera et al (2004)

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.

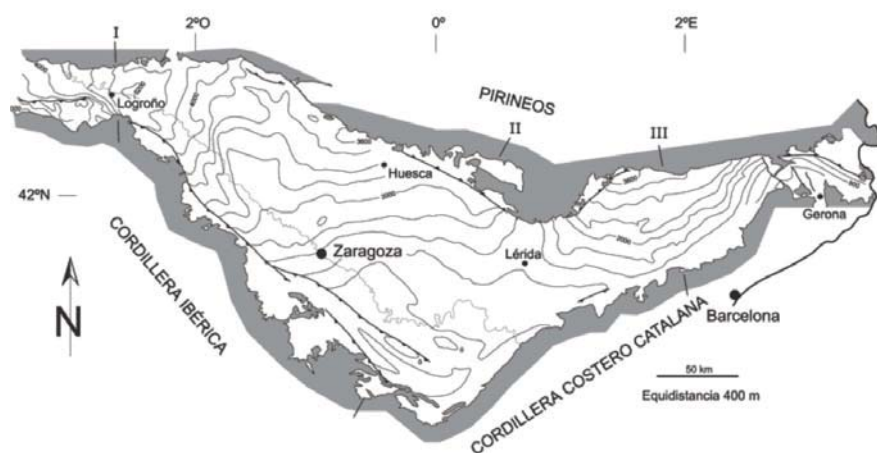


Figura3. Mapa de isobatas de la Cuenca del Ebro. Simplificado de ITGE (1990). Geología de España, J.A. Vera 2004.

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.

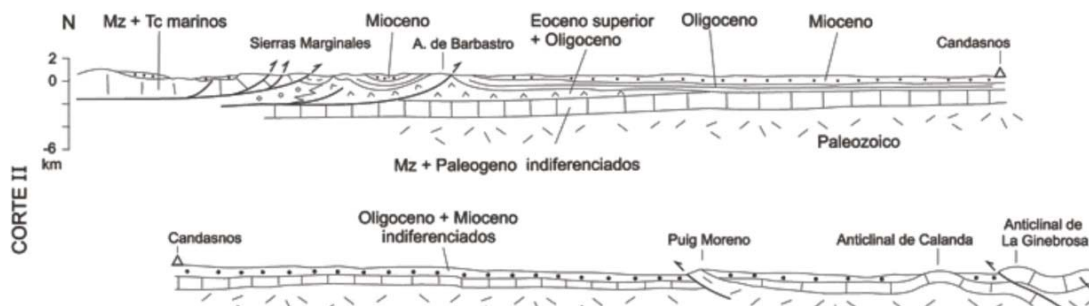


Figura 4. Corte sintético del sector central de la Cuenca del Ebro. Simplificado a partir de Martín Peña y Pocovi (1988), Sanz y Zamorano (1992) y González (1989). Geología de España, J.A. Vera 2004.

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 sin embargo, los materiales cuaternarios aflorantes corresponden a 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.

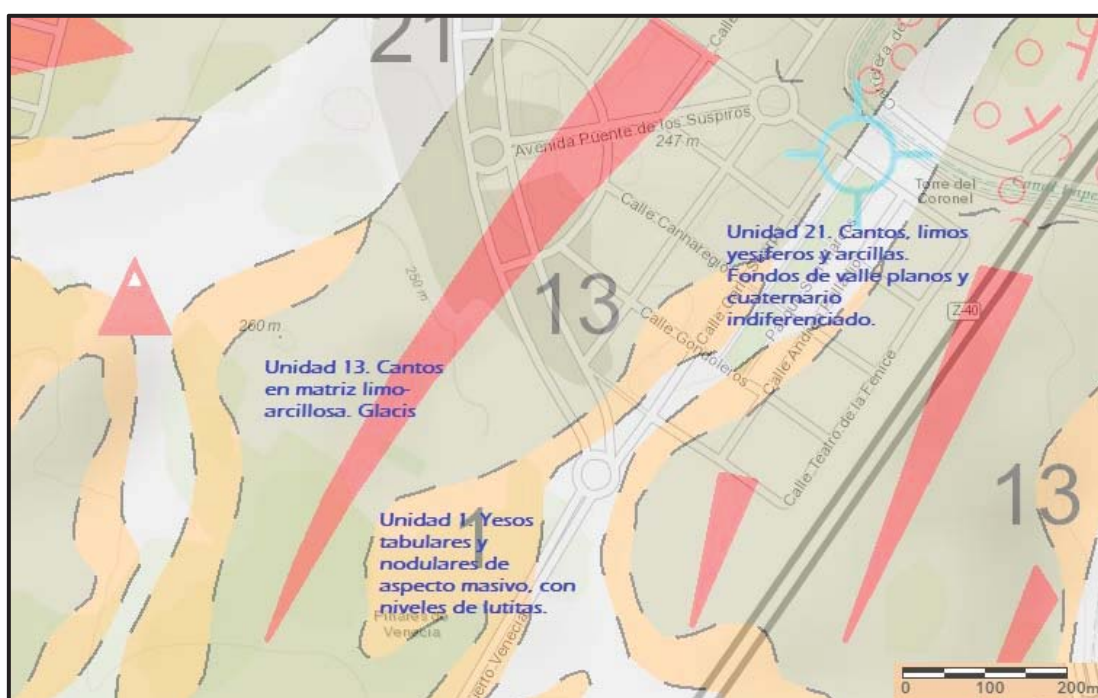


Figura 5. Mapa geológico 1.50.000. IGME.

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 6.1 y 6.2), 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.

La actualización de dicha norma, publicada por el IGN en 2012, para adecuar la normativa al conocimiento actualizado del que se disponía después de más de 12 años de funcionamiento de dicha normativa mantiene la misma evaluación sobre peligrosidad sísmica para la zona de estudio (figura 6.2.).

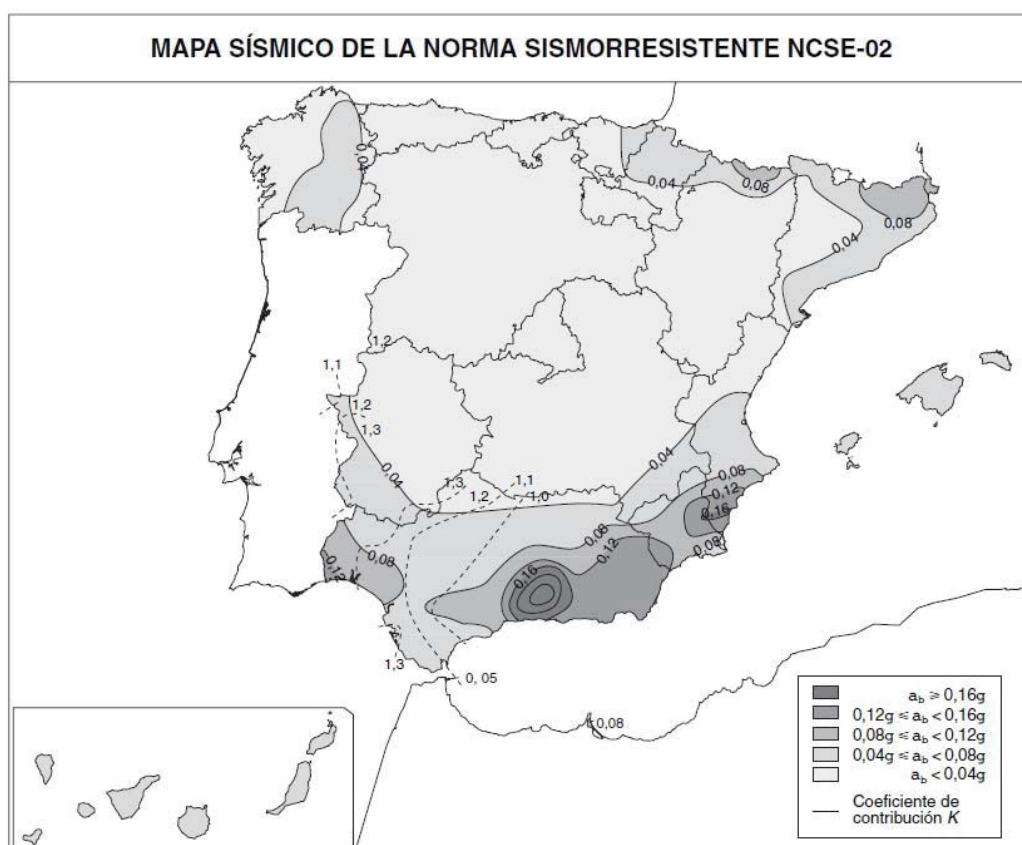


Figura 6.1. Mapa de Peligrosidad Sísmica de España. Extraído de la NCSE-02

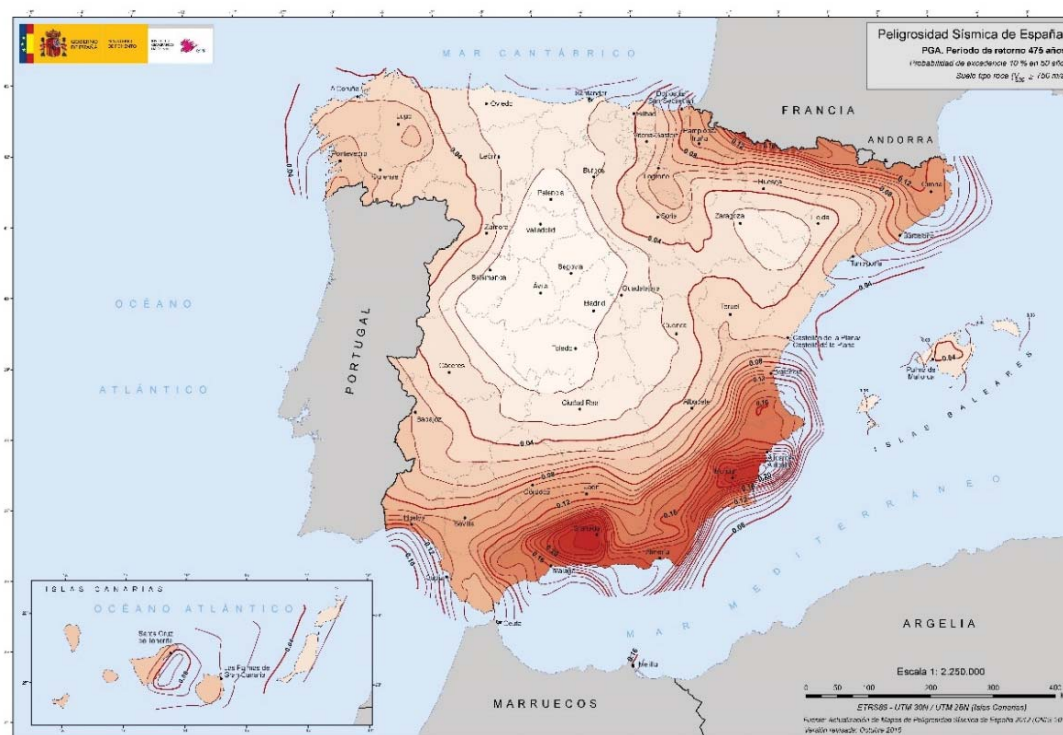


Figura 6.2. Mapa de Peligrosidad Sísmica de España. Extraído del IGN.

4. TRABAJOS

4.1. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo se desarrollaron a lo largo del día 20 de Agosto de 2019. La cota de inicio del ensayo deducida de la topografía existente previa, es la 247.5 m aproximadamente.

4.1.1. SONDEO MECÁNICO

En el sondeo se ha perforado un total de 12.0 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:

Tramo 1. Limos, arenas y gravas. La práctica totalidad del sondeo está formada por limos arenosos, en ocasiones algo arcillosos, con pasadas de material granular.

El perfil del sondeo se inicia con un tramo de limos arenosos con cierta cementación (terrones) con cantos dispersos, heterométricos y en proporción variable. Hacia base aumenta el porcentaje de cantos pudiéndose considerar como una grava-gravilla.

A partir de unos 2.9 m, los cantos desaparecen, estando constituido el tramo por limos arenosos y ligeramente arcillosos en algunos tramos con eflorescencias blanquecinas. Se observa en algunos puntos pequeños niveles de 30-50 cm de color más blanquecino y material más cementado a modo de costras. En la base se intercepta alguna pasada de cantos.

Tramo 2. Arcilla. En la base del perfil, a 11.20 m, el perfil cambia estando formado por una arcilla compacta (margosa) en color marrón pardo que podría marcar el comienzo del sustrato Terciario, característico de la zona.

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, para obtener una correlación de golpes de la muestra inalterada con respecto al ensayo de SPT, se tiene en cuenta la siguiente relación:

$$N_{30\text{ puntaza abierta}} = N_{30\text{ muestra inalterada}} / 2$$

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	2.0-2.45	36=19+17	—	Gravas
S-1	2	4.0-4.45	43=20+23	—	Limos
S-1	3	5.4-6.0 M. Inalterada	25=12+13	13	Limos
S-1	4	6.0-6.45	21=7+14	—	Limos
S-1	5	8.0-8.45	56=23+33	—	Limos
S-1	6	10.0-10.28	Rechazo*	—	Limos, arenas
S-1	7	12.0-12.27	Rechazo*	—	Arcilla margosa

*Realizados con puntaza ciega

Teniendo en cuenta los resultados alcanzados en los ensayos realizados, podemos decir que los materiales pertenecientes al nivel de limos y gravas se presentan con una compacidad media alta, obteniéndose incluso el rechazo a la penetración o valores de golpeo elevados, $N_{30}=21-56$, en todos los casos.

En el caso de la arcilla margosa que asociamos al sustrato rocoso se alcanza el rechazo a la penetración en el ensayo realizado.

4.2. 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:

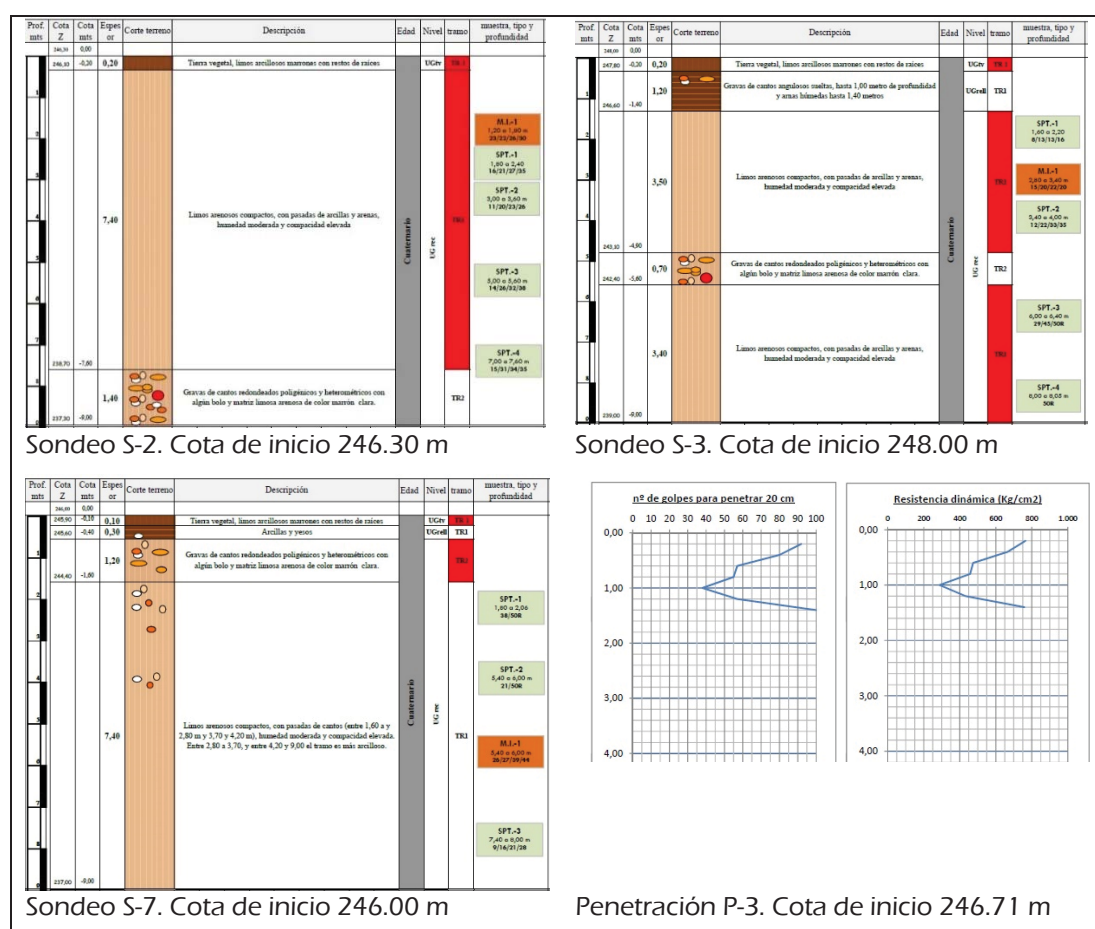
Ensayo	Normativa
Granulometría de suelos por tamizado	UNE 103.101/95
Límites de Atterberg	UNE 103.103/94 y UNE 103.104/93
Determinación de la densidad de un suelo	UNE 103301/94
Determinación de la humedad natural	UNE 103300/93
Agresividad de sulfatos al hormigón	UNE 83963/08

Resultados obtenidos

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

5. PERFIL LITOLOGICO estudio geotécnico GTC-173479-17

Se han seleccionado los ensayos realizados en la parcela y reflejados en el estudio geotécnico con referencia GTC-173479-17, en un radio máximo de 50 m alrededor del nuevo punto de ensayo denominado S-1/08-19. Estos ensayos son el S-2, S-3, S-7 y P-3.



En estos perfiles se describe un primer tramo de suelo vegetal y rellenos en los primeros 0.2 a 1.4 m. Le sigue en profundidad un tramo asociado a los recubrimientos cuaternarios de glacia, formados por limos arenosos y arcillosos y gravas. Los niveles de limos tienen intercalaciones algo arcillosas y niveles de arenas finas, en conjunto secos y muy compactos con compacidad densas a muy densas. Los niveles de gravas, que se encuentran intercalados en los tramos de limos, presentan espesores máximos reconocidos de 1.95 m y mínimos de 0.3 m. Se describen como gravas de

cantos redondeados, poligénicos y heterométricos con algún bolo y matriz limosa arenosa de color marrón clara. Compacidad muy densa. El ensayo de penetración tipo DPSH P-3, indica una elevada compacidad desde el inicio del ensayo alcanzando se el rechazo a los 1.4 m por lo que no se tiene más información en este punto por debajo de esta profundidad.

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

6. 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 dos **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:

Unidad Geotécnica UG_{col}. Limos arenosos y arcillosos con variable proporción de cantos, constituyendo en algún caso incluso niveles de gravas. Estarían asociados al depósito de glacia con origen en la desmantelación de los relieves terciarios circundantes y su posterior sedimentación. Dentro de esta unidad se diferencia dos tramos:

- **UG_{gl} Tramo 1.** Limos arcillosos arenosos. La mayor parte del perfil testificado en S-1/08-19 están formados por estos materiales. En los tramos más arenosos se observa cierta cementación, extrayéndose terrones, que en algunos casos son fácilmente deleznable (más arenosos) y en otros casos no. También pueden encontrarse cantos subangulosos dispersos. En los tramos con carácter más arcilloso se observan eflorescencias blanquecinas. En líneas generales presentan compacidades densas a muy densas. En nuestro caso, este tramo se encuentra entre los 2.9 y 11.2 m fundamentalmente.

Estos materiales, en conjunto quedarían definidos de manera general por los siguientes parámetros geotécnicos, en función de su naturaleza:

Origen datos	GTC-173479-17	19OG0831
Golpeos S.P.T., N_{30}	26-65/Rechazo ⁽¹⁾	21-56/Rechazo
Clasificación Casagrande	CL, ML-CL ⁽¹⁾	CL
Índice de plasticidad, IP	7-12 ⁽¹⁾	9
Densidad aparente	1.95-2.09 gr/cm ³	1.95gr/cm ³
Ángulo rozamiento interno, ϕ	32°	
Módulo de deformación, E (estimado)	400 kp/cm ²	
Índice de colapso	< 1 %	
Sulfatos	<300 mg/kg	518 mg/kg

(1) Valores extraídos de los sondeos S-2, S-3 y S-7 del informe GTC-173479-17

Aunque sobre estos materiales, se realizó un ensayo específico de colapso en suelos en el informe de referencia, en esta ocasión se realizó un ensayo para obtener la densidad seca.

El valor de la densidad seca del terreno permite intuir el riesgo de colapso del suelo (a más flojo o más blando más propenso al colapso), aunque la medida directa del asiento por saturación como la ejecutada en el ensayo de colapso, es la forma más fiable de evaluar el potencial de colapso, siempre y cuando la calidad de las muestras que se obtengan sea suficiente.

Un medio sencillo e indicativo de evaluar también el potencial de colapso de un suelo es el criterio de colapsabilidad de Gibbs, según el cual un suelo presenta riesgo de ser colapsable si su densidad seca (D_s) es inferior al siguiente cociente:

$$D_s < 2.6 / [1 + (0.026 LL)]$$

En este caso y según este criterio no resultaría colapsable, aunque quedando cerca del valor del 1% a partir del cual puede un suelo empezar a considerarse colapsable.

- **UG_g Tramo 2.** Gravas y gravillas, con abundante matriz limarenosa. En el sondeo realizado fundamentalmente se interceptan entre los 1.3-2.9 m y una pequeña pasada a los 9.5-9.9 m. Presentan cantos de seubredondeados a subangulosos, poligénicos y heterométricos, con algún bolo disperso. La matriz es abundante, limarenosa. En base a los SPT realizados en este tramo, la compacidad sería variable de densa a muy densa. Correlacionándolos con los otros puntos de ensayo vemos que pueden presentarse a cualquier profundidad a modo de lentejones en paquete de limos.

Estos materiales, en conjunto quedarían definidos de manera general por los siguientes parámetros geotécnicos, en función de su naturaleza:

Origen datos	GTC-173479-17	19OG0831
Golpeos S.P.T., N_{30}	—	36/Rechazo
Clasificación Casagrande	GM ⁽¹⁾	GM
Índice de plasticidad, IP	N.P. ⁽¹⁾	N.P.
Densidad aparente	2.28 gr/cm ³	
Ángulo rozamiento interno, ϕ	36°	
Módulo de deformación, E (estimado)	500 kp/cm ²	
Índice de colapso	—	
Sulfatos	<300 mg/kg	157 mg/kg

(1) Valores extraídos de los sondeos S-2, S-3 y S-7 del informe GTC-173479-17

Unidad Geotécnica sustrato rocoso UG_{roc} . En la base del sondeo realizado en la actual campaña se identifica un tramo de arcillas muy compactas en tonos marrones pardos, que probablemente pertenecen al sustrato margoso característico de la zona. Sin embargo, este tramo no fue alcanzado en las perforaciones anteriores salvo en la base del sondeo S-5, situado a más de 150 m de nuestro punto de ensayo S-1/08-19. Según el informe de referencia este tramo tendría una cohesión de 1.00 kg²/cm y una densidad aparente de 2.20 gr/cm³.

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 _{gl} Tramo 1	Limos	10^{-3} - 10^{-5}
UG _{gl} Tramo 2	Gravas	10^{-1} - 10^{-3}
UG _{roc}	Arcilla margosa	$>10^{-7}$

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

7. RECOMENDACIÓN DE CIMENTACIÓN referida al informe geotécnico GTC-173479

En el informe de referencia se apuntaba a *el apoyo en las capas superficiales de recubrimientos cuaternarios de glacia, tramos 1 y 2*. Para este nivel se calculó una *tensión de 2.50 kg/cm²*. Dado que el nuevo sondeo realizado en esta nueva campaña ha arrojado resultados similares tanto en litología como en características geotécnicas, podría seguir considerándose la misma carga admisible para el terreno.

También se valoraba como opción, la realización de una *cimentación profunda que empotre directamente sobre las arcillas margosas con yesos*. Sin embargo, en la zona de la parcela que nos encontramos, y en base a todos los ensayos de esta área, dada la existencia de un tramo superficial que reúne buenas condiciones de capacidad portante, y que el sustrato se encontraría a profundidades de más de 9 m (a partir de 11.2 en S-1/08-19), esta opción no se considera la más óptima.

Por otro lado, la solución constructiva indicada en el informe geotécnico de referencia, *para los edificios de primaria, las instalaciones deportivas y la zona norte del edificio infantil*, sería mediante *zapatas arriostradas apoyadas directamente sobre la UG de recubrimientos cuaternarios de glacia (UG_{gl} Tramos 1 y 2) limos arenosos y gravas, según corresponda*.

En el punto donde se realiza el nuevo sondeo y dada la cota aproximada de inicio de este, será necesario la excavación de 1.5-1.7 m para alcanzar la cota de cimentación, quedando de esta manera las cimentaciones empotradas en el terreno natural que a esta cota y en ese punto será algo más granular. Sin embargo, la propia naturaleza de los depósitos tipo glacia, hace que las variaciones laterales puedan ser bruscas de manera que a la misma profundidad podemos encontrar tanto materiales finos como

granulares. En cualquier caso y en base al conjunto de ensayos en el entorno del edificio a construir, es previsible que la mayoría de los materiales de apoyo y que se vean afectados por las cargas transmitidas sean los limos.

También debe tenerse en cuenta que algunos de los materiales finos atravesados se encontraban cementados y que normalmente las cementaciones son vulnerables al colapso por la acción del agua. Roturas accidentales de tuberías que provocaran una fuga focalizada de agua, podrían dar lugar a la disolución de este cemento y lavado de finos a medio y largo plazo.

En este sentido, podría también valorarse una cimentación de tipo continuo o el arriostramiento ortogonal de las zapatas que dote de mayor rigidez a la estructura, calculada para la misma carga.

COEFICIENTE DE BALASTO

Teniendo en cuenta la naturaleza de los materiales de la unidad geotécnica UG_{gl} , se puede estimar un coeficiente de balasto (para una placa cuadrada de 30 cm de lado) de $K_{30} = 100-150 \text{ MN/m}^3$ ($=10,0-15,0 \text{ kp/cm}^3$). 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
---	-------------------------

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

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

8. 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**, 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 Parque Venecia donde se está llevando a cabo la construcción de un CIP.
2. El perfil litológico-resistente, testificado en este sondeo está formado por las siguientes unidades geotécnicas:

Unidad Geotécnica UG_{col} . Limos arenosos y arcillosos con variable proporción de cantos, constituyendo en algún caso incluso niveles de gravas. Dentro de esta unidad se diferencia el tramo **UG_{gl} Tramo 1** de limos arcillosos arenosos, y el **UG_{gl} Tramo 2** de gravas y gravillas, con abundante matriz limarenosa. Nivel de cimentación

Unidad Geotécnica sustrato rocoso UG_{roc} . En la base del sondeo realizado en la actual campaña se identifica un tramo de arcillas muy compactas en tonos marrones pardos, que probablemente pertenecen al sustrato margosos característico de la zona.

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, tanto los sondeos como los ensayos de penetración, 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-173479-17, realizado en marzo de 2017 se apuntaba como solución constructiva para *los edificios de primaria, las instalaciones deportivas y la zona norte del edificio infantil*, sería mediante *zapatas arriostradas apoyadas directamente sobre la UG de recubrimientos cuaternarios de glaciares (UG_{gl} Tamos 1 y 2) limos arenosos y gravas, según corresponda*. Para este nivel se calculó una *tensión de 2.50 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 2.50 kg/cm^2 calculada en el informe de referencia. Dada la existencia de tramos con limos cementados, debe tenerse en cuenta que roturas accidentales de tuberías que provocaran una fuga focalizada de agua, podrían provocar la disolución de este cemento y lavado de finos a medio y largo plazo. En este sentido para una cimentación de tipo aislado mediante zapatas aisladas, podría valorarse el arriostramiento ortogonal de las zapatas que dote de mayor rigidez a la estructura, calculada para la misma carga.
9. Teniendo en cuenta la naturaleza de los materiales que forman el nivel de cimentación, se puede considerar un coeficiente de balasto (para una placa cuadrada de 30 cm de lado) de $K_{30} = 100-150 \text{ MN/m}^3$ ($=10,0-15,0 \text{ kp/cm}^3$).
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 Blecua Lázaro
Geólogo
Colegiado nº 3150



Zaragoza, a 29 de agosto de 2019

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

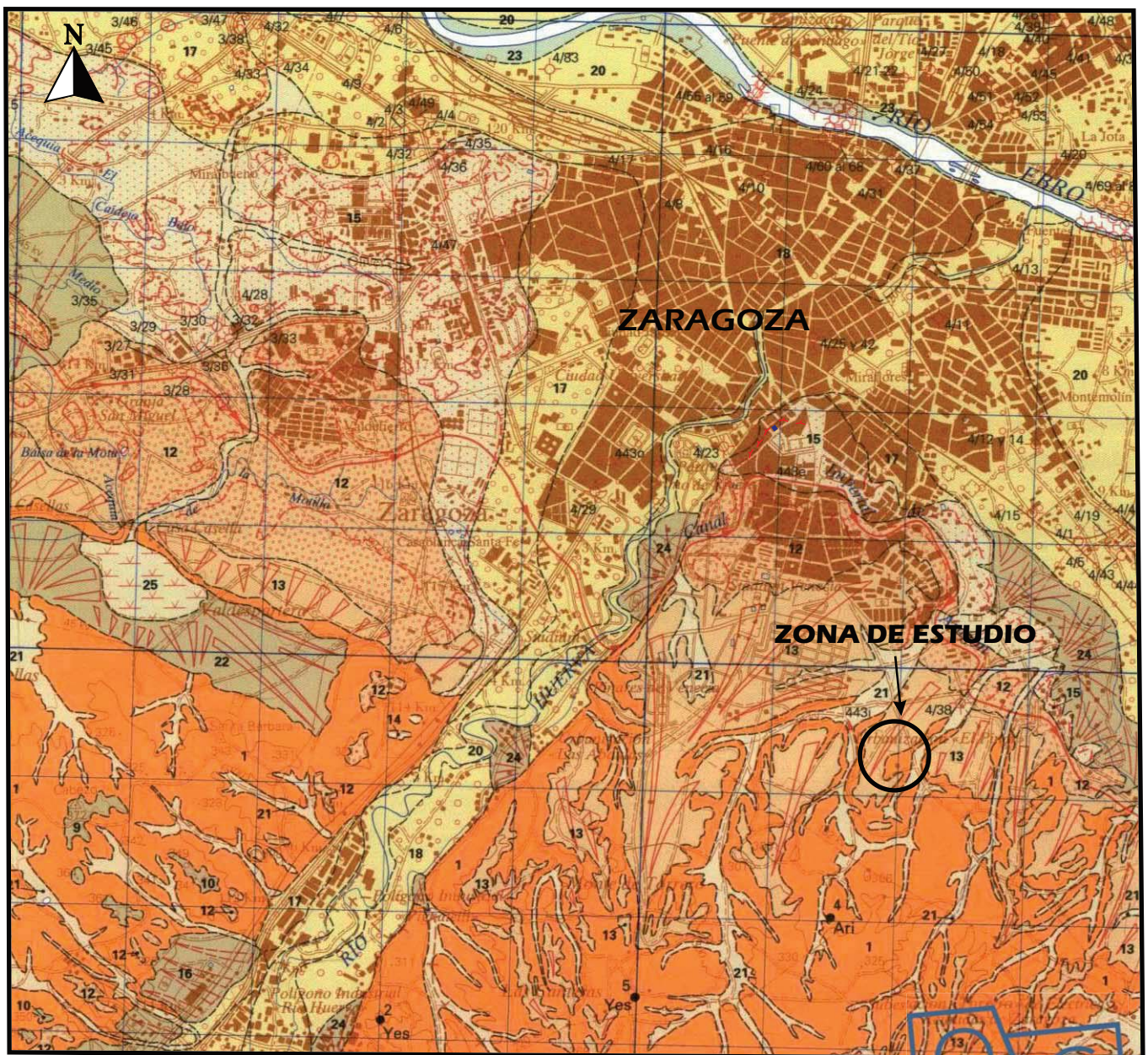
ANEXO IV. Fotografías de la zona de estudio

	<p>ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL</p>
<p>Fecha : 02/09/2019 Folio: 4 Núm: M021900004/00 Colegiado : Mercedes Carrascon Sanz[ET AL] Inscrito con el nº : 4883 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/LI8Y3I6KA1U4O</p>	
	<p>Secretaría del ICOG</p> 

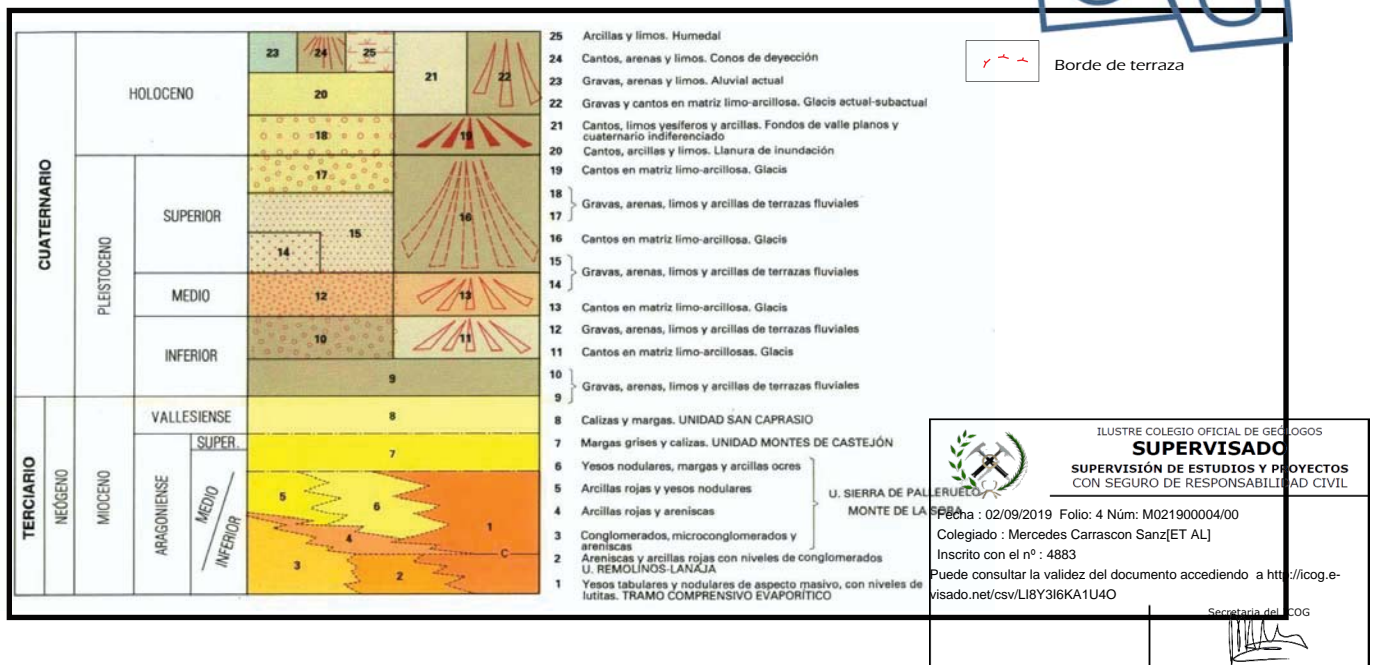
ANEXO I.

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



LEYENDA



ESQUEMA SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO



ANEXO II.

Perfil litológico del sondeo y fotos

Obra: AMPLIACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO CIP PARQUE VENECIA.
Avda. Policía Local. ZARAGOZA.

Fecha: 20/08/2019

Peticionario: GOBIERNO DE ARAGÓN. Dep. de Educación Cultura y Deporte

Referencia: 19OG0831

Batería	Díametro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	S.P.T. / M.Inalterada	Nivel freático	Muestras	Calsific. Casagrande	C. Simple (kg/cm ²)	Descripción de materiales
Sp/Sc-Ag/W	101	1.3				No detectado				<p>Tramo-1 (0.0-11.2 m). Alternancia de limos, arenas y gravas. 0.0-1.3 m, limos arenosos con terrones y algunos cantos dispersos subangulosos, limo arcilloso hacia base. 1.3-2.9 m grava-gravilla arenosa con cantos subangulosos a subredondeados. 2.9-3.2 m, costra de limo arenoso blanquecino. 3.2-7.2 m, a techo limo arenoso con cantos que pasa gradualmente a términos algo mas limo arcillosos, con eflorescencias blanquecinas a lo largo del tramo. 7.2-7.7 m, costra de limo arenoso blanquecino. 9.5-9.9 m grava gravilla limo arenosa 9.9-11.2 m arena limosa con cantos.</p>
					2.00		M-1	GM		
					2.45					
		2.9								
		3.2								
	86		11.2		4.00					
					4.45					
					5.40					
					6.00		M-2	CL		
					6.45					
		7.2								
		7.7			8.00					
					8.45					
		9.5								
		9.9			10.00					
					10.28					
		11.2								
		12.0	0.8		12.00					
					12.27					<p>Tramo-2(11.2-12.0 m). Arcilla compacta en color marrón pardo. Indicios del sustrato terciario.</p>

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



Fotografías de las Cajas portatestigos del Sondeo S-1/08-19

Caja nº 1
Profundidad: 0.00-3.00 m



Caja nº 2.
Profundidad: 3.00-6.00 m



Caja nº 3
Profundidad: 6.00-9.00 m



Caja nº 4
Profundidad: 9.00-12.00 m



ANEXO III.

Actas de ensayos de laboratorio

	
<p>ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL</p>	
<p>Fecha : 02/09/2019 Folio: 4 Núm: M021900004/00 Colegiado : Mercedes Carrascon Sanz[ET AL] Inscrito con el nº : 4883 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/LI8Y3I6KA1U4O</p>	
	<p>Secretaría del ICOG</p> 

Referencia Muestra... 193485

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA
FECHA ENTRADA 22 de agosto de 2019

CÁLCULOS PREVIOS

A	Muestra total seca al aire	1517,0
B	Gruesos lavados	977,7
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	538,3
$D = (B + C)$	Muestra total seca	1515,9
E	Fracción fina ensayada seca al aire	72,4
$F = E * f$	Fracción fina ensayada seca	72,2
C/F		7,5

Referencia Informe.... EXP19788

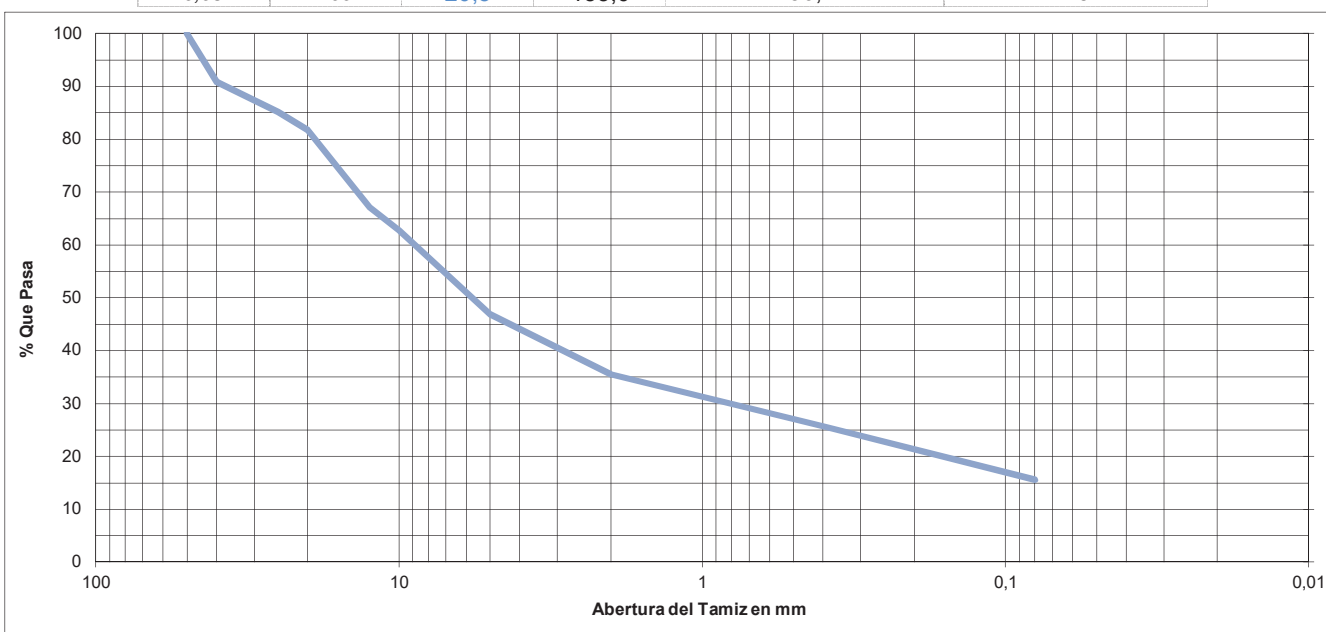
REF. CLIENTE S-1 M-1 (1,30 - 1,80 m)
PETICIONARIO OFIGEO
DEN. OBRA EG CIP PARQUE VENECIA (ZARAGOZA)
REF 19OG0831

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	78,8
$t+s$	Tara+suelo	78,7
t	Tara	34,0
s	Suelo	44,8

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				
50	2			1515,9	100
40	1,5		139,4	1376,5	91
25	1		85,5	1291,0	85
20	3/4		52,1	1238,8	82
12,5	1/2		221,3	1017,5	67
10	3/8		65,8	951,7	63
5	4		241,1	710,6	47
2	10		172,3	538,3	36
0,4	40	20,0	149,2	389,1	26
0,08	200	20,5	153,0	236,1	16



OBSERVACIONES:

VºBº

Fdo.

[Firma manuscrita]

Eduardo Baquer Barriendos
Director Técnico

[Firma manuscrita]

José A. Ballesteros Estel
Responsable en su nombre

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 02/09/2019 Folio: 4 Núm: M021900004/00
Colegiado : Mercedes Carrascon Sanz[ET AL]
Inscrito con el nº : 4883
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/LI8Y3I6KA1U40>

Caspe, a 26 de agosto de 2019

©TerraLabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.

Laboratorio inscrito en el LECCE con referencia ARA-L-15

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización del Laboratorio.

Secretaría del ICOG

Referencia Muestra... 193485

PROCEDENCIA **SONDEO**

TIPO DE MUESTRA **M. ALTERADA**

FECHA ENTRADA **22 de agosto de 2019**

Referencia Informe..... EXP19788

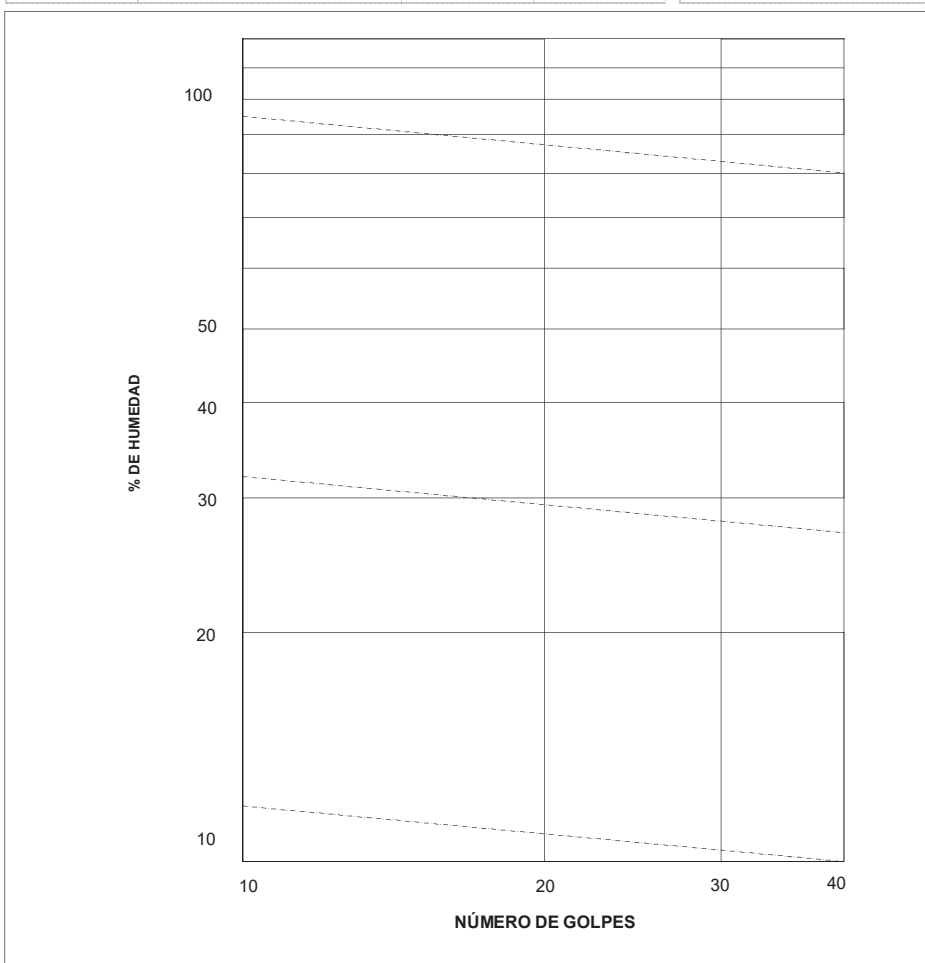
REF. CLIENTE **S-1 M-1 (1,30 - 1,80 m)**

PETICIONARIO **OFIGEO**

DEN. OBRA **EG CIP PARQUE VENECIA (ZARAGOZA)
REF 19OG0831**

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

CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO			
-	Referencia tara		
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua		
$t+s+a$	Tara + suelo + agua		
$t+s$	Tara + suelo		
t	Tara		
$s=(t+s)-t$	Suelo		
$w=100*(a/s)$	% 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

Caspe, a 26 de agosto de 2019

José A. Ballesteros Estela
Responsable de Ensayo

Referencia Muestra... 193485

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA
FECHA ENTRADA 22 de agosto de 2019

Referencia Informe.... EXP19788

REF. CLIENTE S-1 M-1 (1,30 - 1,80 m)
PETICIONARIO OFIGEO
DEN. OBRA EG CIP PARQUE VENECIA (ZARAGOZA)
REF 19OG0831

DATOS ENSAYO

-	Referencia tara	VP 24
m	Muestra ensayada (kg)	0,0446
m ₃	Tara crisol porcelana (mg)	25874
m ₄	Tara crisol + Precipitado calcinado (mg)	25891
p=m ₄ -m ₃	Masa precipitado calcinado (mg)	17

RESULTADO ENSAYO

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

$$SO_4^{2-}(\text{mg/kg de suelo seco})= \quad \quad \quad \mathbf{157}$$

VºBº



Eduardo Baquer Barriendos
Director Técnico

Fdo.



José A. Ballesteros Estala
Responsable ensayo

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 02/09/2019 Folio: 4 Núm: M021900004/00

Colegiado : Mercedes Carrascon Sanz[ET AL]

Inscrito con el nº : 4883

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/LI8Y3I6KA1U4O>

Caspe, a 26 de agosto de 2019

Referencia Muestra... 193486

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA M. INALTERADA
FECHA ENTRADA 22 de agosto de 2019

Referencia Informe.... EXP19788

REF. CLIENTE S-1 M-2 (5,40 - 6,00 m)
PETICIONARIO OFIGEO
DEN. OBRA EG CIP PARQUE VENECIA (ZARAGOZA)
REF 19OG0831

DATOS ENSAYO

PESO MUESTRA HÚMEDA (g) = **232,79**
PESO CON PARAFINA (g) = **247,48**
PESO SUMERGIDO (g) = **111,59**
HUMEDAD (%) = **11,64**

RESULTADO DEL ENSAYO

DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³) = 1,95
DENSIDAD SECA (g/cm³) = 1,75

VºBº



Eduardo Baquer Barriendos
Director Técnico

Fdo.



José A. Ballesteros Estela
Responsable ensayo

Caspe, a 26 de agosto de 2019



Terra LABS Control [®] <small>www.terralabscontrol.es</small>	Ensayo DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO	
	Norma UNE 103300/93	
	Acta nº 1912580	Nº Copia Copia 1. Ofigeo

Referencia Muestra... 193486		Referencia Informe..... EXP19788	
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S-1 M-2 (5,40 - 6,00 m)
TIPO DE MUESTRA	M. INALTERADA	PETICIONARIO	OFIGEO
FECHA ENTRADA	22 de agosto de 2019	DEN. OBRA	EG CIP PARQUE VENECIA (ZARAGOZA) REF 19OG0831

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (g) =	189,63
TARA + SUELO (g) =	173,61
TARA (g) =	36,00

RESULTADO DEL ENSAYO	
HUMEDAD NATURAL (%)	11,6

VºBº



Eduardo Baquer Barriendos
Director Técnico

Caspe, a 26 de agosto de 2019

Fdo.



José A. Ballesteros Estela
Responsable ensayo

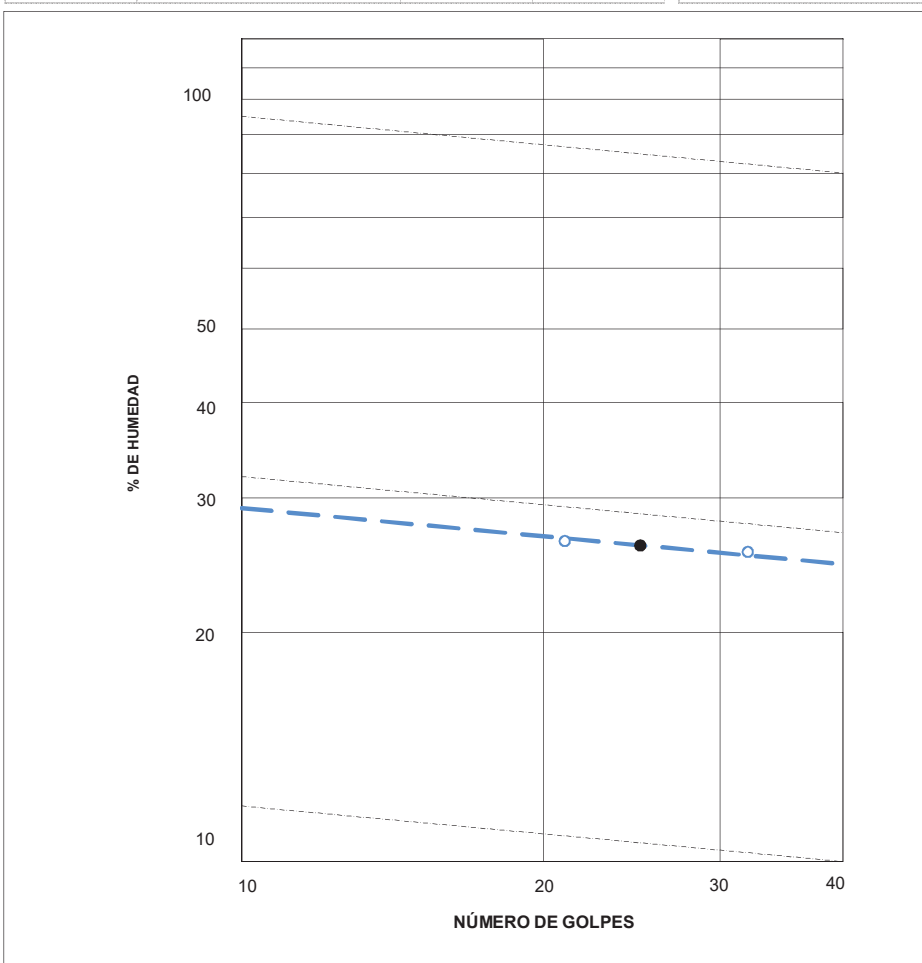
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 02/09/2019 Folio: 4 Núm: M021900004/00 Colegiado : Mercedes Carrascon Sanz[ET AL] Inscripción con el nº : 4883	Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/LI8Y3I6KA1U4O
Secretario del ICQG	

Referencia Muestra... 193486	
PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	M. INALTERADA
FECHA ENTRADA	22 de agosto de 2019

Referencia Informe..... EXP19788	
REF. CLIENTE	S-1 M-2 (5,40 - 6,00 m)
PETICIONARIO	OFIGEO
DEN. OBRA	EG CIP PARQUE VENECIA (ZARAGOZA) REF 19OG0831

CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO			
-	Nº de golpes	21	32
-	Referencia tara	RE 24	T 24
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	5,20	4,83
t+s+a	Tara + suelo + agua	37,75	40,24
t+s	Tara + suelo	32,55	35,41
t	Tara	12,79	16,44
$s=(t+s)-t$	Suelo	19,76	18,97
$w=100*(a/s)$	% Humedad	26,3	25,5

CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO		
-	Referencia tara	L 1
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	2,77
t+s+a	Tara + suelo + agua	37,77
t+s	Tara + suelo	35,00
t	Tara	18,32
$s=(t+s)-t$	Suelo	16,68
$w=100*(a/s)$	% Humedad	16,6



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LÍMITE LÍQUIDO =	26,0
LÍMITE PLÁSTICO =	16,6
ÍNDICE PLASTICIDAD =	9,4

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

VºBº

Fdo.

[Firma]

Eduardo Baquer Barriandos
Director Técnico

Caspe, a 26 de agosto de 2019

[Firma]

José A. Ballesteros Estela
Responsable en Base

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 02/09/2019 Folio: 4 Núm: M021900004/00
Colegiado : Mercedes Carrascon Sanz[ET AL]
Fecha de emisión : 4883

Se puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/LI8Y3I6KA1U4O>

Secretaría del ICOG

Referencia Muestra... 193486

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA M. INALTERADA
FECHA ENTRADA 22 de agosto de 2019

Referencia Informe.... EXP19788

REF. CLIENTE S-1 M-2 (5,40 - 6,00 m)
PETICIONARIO OFIGEO
DEN. OBRA EG CIP PARQUE VENECIA (ZARAGOZA)
REF 19OG0831

DATOS ENSAYO

-	Referencia tara	VP 32
m	Muestra ensayada (kg)	0,0477
m ₃	Tara crisol porcelana (mg)	25995
m ₄	Tara crisol + Precipitado calcinado (mg)	26055
p=m ₄ -m ₃	Masa precipitado calcinado (mg)	60

RESULTADO ENSAYO

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

SO_4^{2-} (mg/kg de suelo seco)= 518

VºBº



Eduardo Baquer Barriendos
Director Técnico

Fdo.



José A. Ballesteros Estala
Responsable ensayo

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 02/09/2019 Folio: 4 Núm: M021900004/00

Colegiado : Mercedes Carrascon Sanz[ET AL]

Inscrito con el nº : 4883

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/LI8Y3I6KA1U4O>

Caspe, a 26 de agosto de 2019

ANEXO IV.

Fotografías de la zona de estudio



Foto 1 y 2. Ubicación sondeo S-1/08-19



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 02/09/2019 Folio: 4 Núm: M021900004/00

Colegiado : Mercedes Carrascon Sanz[ET AL]

Inscrito con el nº : 4883

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/LI8Y3I6KA1U4O>

Secretaría del ICOG