



03/12

Anejo 03: estudio geotécnico

Este documento forma parte del “Proyecto Básico de las estructuras de un nuevo centro de equitación en Carpesa (Valencia)”, que consiste en el diseño y dimensionamiento de unas instalaciones para la realización de actividades hípcas.

El anejo geotécnico se encarga de analizar las características del terreno sobre el que se va a construir para determinar parámetros que se utilizaran en los cálculos de las cimentaciones.



INDICE

1. MEMORIA

1.1 INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

1.2 RECONOCIMIENTOS DE CAMPO

1.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

1.4 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO EN ESTUDIO

Datos genéricos.

Características estratigráficas y geotécnicas.

1.5 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Resistencia del terreno y soluciones constructivas.

Permeabilidad.

Agresividad.

Sismicidad.

2. ANEJOS

2.1 PLANOS DE UBICACIÓN.

2.2 REGISTROS DE CAMPO (Columna estratigráfica).

2.3 DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.



1. MEMORIA

INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

1.1 RECONOCIMIENTOS DE CAMPO

Los ensayos geotécnicos van encaminados a buscar valores y resultados que permitan evaluar las características del terreno, y para ello se ha realizado:

1.6 Campaña de sondeos mecánicos:

- Realizado el 29 de noviembre de 2018, un sondeo a rotación con recuperación continúa de testigo y toma de muestras en el interior de los mismos, según norma XP P94-202 y ASTM D-2113-99, empleando la maquinaria ROLATEC RL-48.
- Se ha alcanzado una profundidad de 6,00 metros, siendo el diámetro del testigo extraído de 101 mm, perforado con batería simple tipo B.
- No se ha revestido con tubería de revestimiento, ya que el terreno no desmoronaba.
- Se han realizado dos ensayos de S.P.T. (*Standard Penetration Test*) según norma UNE 103800-92. Este ensayo permite aproximarse a la resistencia del terreno frente a las cargas de cimentación por comparación con casos experimentales conocidos.
- Consiste el ensayo de S.P.T. en la introducción en el terreno de un toma muestras tubular de acero, con un diámetro exterior de 51 mm, mediante el golpeo de una maza de 63,5 kg de peso, que cae libremente desde una altura de 76 cm. La longitud ensayada es de 45 cm, contabilizando el número de golpes que corresponde a cada penetración parcial de 15 cm.
- El resultado del ensayo nos proporciona los valores de golpeo S.P.T. (N) y con ellos se determina el N_{30} , que es el número obtenido de la suma de las penetraciones parciales segunda y tercera. En el ensayo, se toma muestra alterada que puede ser utilizada para su análisis en laboratorio, como ha sido el caso.
- No se ha realizado una toma de muestra inalterada de pared gruesa con estuche interior, según norma XP P94-20, ya que la naturaleza del terreno no lo permitía.
- En la siguiente tabla se expone la cota a la que se han realizado los ensayos de S.P.T. además del tipo de material para el ensayo. Se considera como rechazo (R) los valores de N_{30} superiores a 100, o golpes de S.P.T. (N) mayores de 50 para 15 cm de penetración, tomando la profundidad a boca del sondeo:



<i>Punto de reconocimiento</i>	<i>SR-I</i>
<i>Cota S.P.T. n° 1 (m)</i>	1,40-2,00
<i>Golpeos S.P.T.</i>	3-3-4-4- (7)
<i>Material S.P.T.</i>	Arcillas arenosas
<i>Cota S.P.T. n° 2 (m)</i>	4,20-4,80
<i>Golpeos S.P.T.</i>	3-3-5-5 (8)
<i>Material S.P.T.</i>	Arcillas arenosas

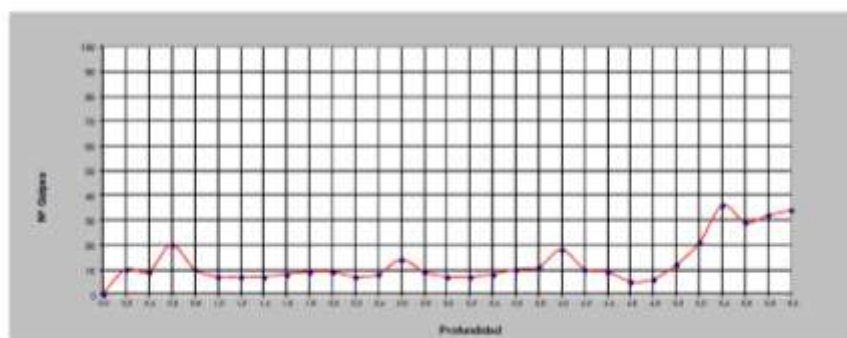
❖ **Campaña de penetraciones dinámicas:**

- Realizados, con fecha de 29 de Noviembre de 2018, dos ensayos de penetración dinámica superpesada (D.P.S.H.) según norma UNE 103-801:94 utilizando para ello la maquinaria ROLATEC RL-48.
- La profundidad alcanzada fue de 6,00 metros en ambos ensayos.
- Este tipo de ensayo suministra una información continua respecto a la compacidad, resistencia del terreno y localización de niveles competentes. Sin embargo no permiten la observación directa del terreno, obtener muestras ni definir la posición del nivel freático.
- El ensayo consiste en la hincada de una puntaza o cono de sección circular de 50 mm de diámetro, colocada al final de una barra maciza de longitud variable y diámetro exterior de 32 mm. El conjunto es golpeado por una maza de 63,5 kg, que cae libremente desde una altura de 76 cm, anotándose el número de golpes necesarios para lograr penetraciones sucesivas de 20 cm en el terreno, denominado “N20”. El ensayo se da por finalizado cuando se cumple alguna de las siguientes condiciones:
 - Cuando se concrete la finalización a una determinada profundidad, normalmente a una profundidad comprendida entre 6-12 metros, como ocurrió en ambos casos
 - Cuando existen valores de golpeos superiores a 100, es decir rechazo (R).
 - Cuando tres valores de N20 sean superiores consecutivamente de 75.
 - Cuando el valor del par de rozamiento es superior de 200 N.m.

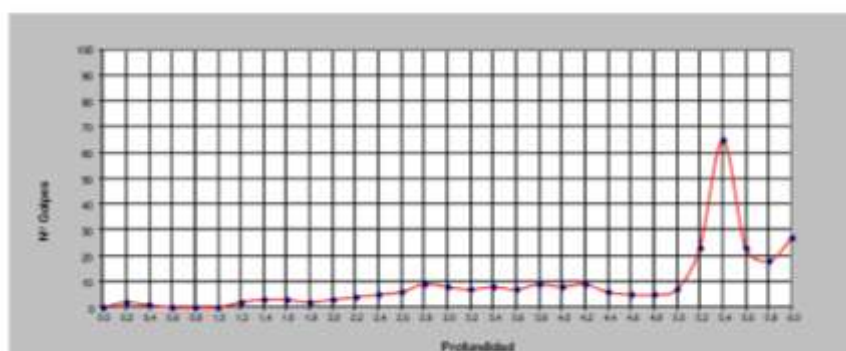
- A continuación se exponen para la penetración, en ordenadas los golpeos o N20 y en abscisas la profundidad del ensayo, describiendo un diagrama que marca la tendencia de las mismas:



Penetración Dinámica n° 1



Penetración Dinámica n° 2



❖ **Datos campaña de campo:**

- En la siguiente tabla se indica los profundidades de los puntos de reconocimiento y también se han medido los desniveles de dichos puntos con respecto a una cota "0" relativa (Boca del Sondeo SR-1).

<i>Punto de reconocimiento</i>	<i>SR-1</i>	<i>PD-1</i>	<i>PD-2</i>
<i>Profundidad (m)</i>	6,00	6,00	6,00
<i>Desnivel con cota "0"</i>	0,00 m	0,00 m	0,00 m

❖ **Toma de muestras:**



- Los testigos y las muestras de S.P.T. recuperadas en el sondeo se colocan, guardando el orden que tenían en el terreno, en cajas portatestigos de plástico preparado para tal efecto y convenientemente etiquetadas.
- Las cajas se fotografían con el fin de poder identificar el material detectado.
- De estas cajas se extraen las muestras más representativas, sabiendo el tipo de construcción a realizar, para realizar los ensayos en laboratorio acreditado.

❖ **Traslado de muestras:**

- Se trasladaron las muestras tomadas al laboratorio lo antes posible para evitar variar sus condiciones reales, testificando posteriormente el sondeo y segregando las muestras más representativas para analizarlas en Laboratorio.

1.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han seleccionado los ensayos adecuados a la finalidad concreta de nuestro estudio. Con las muestras de suelo extraídas en el sondeo realizado y tras analizar la columna litológica, se programaron los ensayos de laboratorio que se detallan a continuación con el fin de evaluar, las características del terreno, mediante identificación y clasificación de los materiales, los parámetros resistentes o compresibilidad, mediante ensayos de resistencia y la composición química.

❖ **Granulometría por tamizado:**

- Se ha realizado un ensayo según norma UNE 103-101:95.
- Se clasificaron por diversos porcentajes de peso de fracciones de suelo comprendidas entre límites dimensionales establecidos representándolas en un gráfico o curva granulométrica. Tiene por objeto determinar la distribución en tamaños, de los granos o partículas que constituyen un suelo. Para ello empleamos una serie normalizada de tamices hasta un tamaño de abertura de 0,08 mm, obteniéndose por tamizado el peso retenido en cada uno de ellos. Dicha distribución condiciona, en gran medida, las características y propiedades geotécnicas del mismo.

❖ **Límites de Atterberg:**

- Se ha realizado un ensayo según normas UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93, para el caso del Límite Líquido y Límite Plástico, respectivamente.
- Estos ensayos se efectúan sobre la fracción de suelo de tamaño inferior a 0,4 mm. Las características plásticas de esta muestra condicionan especialmente las propiedades del conjunto del suelo. Los valores de los Límites de Atterberg definen la frontera entre los estados semisólido-plástico (Límite Plástico) y plástico-semilíquido (Límite Líquido) de un suelo.
- Por tanto permite fijar la coherencia y trabazón entre las partículas sólidas del suelo, separando, según diversos porcentajes de humedad, los estados fluido, plástico, blando y duro, pudiendo estimarse la capacidad resistente del suelo y su clasificación.



- Estos valores se expresan como cantidad de humedad necesaria para que se verifiquen determinadas condiciones normalizadas en los ensayos correspondientes.
- El Índice de Plasticidad, nos ha permitido evaluar cualitativamente la plasticidad y deformabilidad potencial del terreno, calculándolo mediante la diferencia del Límite Líquido y el Límite Plástico.

❖ **Contenido en sulfatos solubles:**

- Se ha realizado un ensayo de contenido en sulfatos según la EHE más concretamente según el Anejo 5 apartado 4.2.
- Permite determinar la agresividad potencial del medio frente a cimentaciones y decidir el posible uso de cementos especiales.
- También este ensayo permite estimar la peligrosidad de la cimentación frente a la disolución del suelo por presencia de corrientes de agua.

❖ **Resumen de los ensayos de laboratorio:**

- En la siguiente tabla, se indican los valores de los ensayos realizados, clasificando el material ensayo, de acuerdo a la norma ASTM-D 2487:00:

Cuadro resumen de ensayos de laboratorio		
Sondeo		SR-1
Tipo de muestra		SPT
Cota (m)		1,40-2,00
Granulometría	% Gravas	0,0
	% Arenas	35,0
	% Arcillas	65,0
Límite Líquido		33,0
Límite Plástico		20,1
Índice de Plasticidad		12,9
Contenido en Sulfatos SO ₄ mg/kg		151
Símbolo según A.S.T.M		CL

1.4.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO EN ESTUDIO

La parcela de estudio se puede englobar, desde un punto de vista geológico, en el segmento suroriental de la cadena Ibérica. Los materiales detectados, corresponden a una serie Cuaternaria formada por costras calcáreas y apoyando sobre terrenos Terciarios de edad



Miocena, formada por arenas y gravas instalados sobre un zócalo margoso y margocalizo. Geomorfológicamente, la parcela de estudio no presenta desnivel, estando en una zona urbanizada.

En lo que respecta a la hidrogeología en esta parte de la provincia de Valencia, las perspectivas hidrogeológicas son limitadas como consecuencia de las condiciones de sedimentación y de los materiales que la componen. Por otra parte los datos relativos a pluviosidad, dieron una media de unos 320 mm de lluvia, lo que supone una pluviosidad baja, con un marcado control estacional, ya que se concentran en episodios torrenciales en la época de otoño-invierno. No se detectó la presencia de nivel freático en las fechas de realización de los trabajos de campo.

❖ Características estratigráficas y geotécnicas:

De acuerdo con la columna litológica deducida a partir de los diferentes trabajos de campo realizados, junto con la información aportada por la geología y los ensayos de laboratorio, se puede describir la naturaleza y características geotécnicas de los materiales que constituyen la zona de estudio, de techo a muro, dividiéndolos en los siguientes niveles:

- **Nivel 1: Terreno vegetal**

Como primer Nivel localizamos una capa formada por arcillas oscuras con raíces y restos de materia orgánica detectando la presencia de restos de escombros muy dispersos. El espesor máximo detectado es de 1,40 metros.

En la siguiente tabla se indica el espesor de este nivel según los puntos de reconocimiento:

Punto de reconocimiento			
Punto de reconocimiento	SR-1	PD-1	PD-2
Profundidad rellenos(m)	1,40	1,40	1,40

Conviene recordar que este tipo de terreno no admiten cimentaciones directas debido a su nula compacidad.

- **Nivel 2: Arcillas arenosas**

Posteriormente al relleno y terreno vegetal, se detecta la existencia de unas arcillas arenosas con alguna gravilla esporádica de coloración marrón claro. Este nivel se detecta hasta los 5,00 metros.

Se ha realizado un ensayo de identificación sobre los materiales situados a la cota de cimentación, pudiéndose clasificar, según la norma ASTM-D 2487/00, como un suelo de tipo CL que corresponde arcillas arenosas de plasticidad media-baja.

Se puede considerar un ángulo de rozamiento interno de 30º, con una cohesión de 0,40 Kpa y una densidad de 2,00 g/cm³.



En la siguiente tabla se indica el espesor de este nivel según los puntos de reconocimiento:

Punto de reconocimiento			
Punto de reconocimiento	SR-1	PD-1	PD-2
Profundidad arcilla arenosa (m)	1,40-5,00	1,40-4,80	1,40-5,00

Se trata de una capa de consistencia media-baja atendiendo a los ensayos de SPT y de penetración dinámica efectuados.

- **Nivel 3: Margas verdes**

Por último, por debajo de las arcillas arenosas y hasta la finalización de los trabajos (6,00 metros), se localiza el sustrato Terciario formado por margas verdes arenosas con cantos calizos intercalados.

Se puede considerar un ángulo de rozamiento interno de 28° , con una cohesión de 50 Kpa y una densidad de $2,05 \text{ g/cm}^3$. Se trata de una capa de consistencia media atendiendo a los ensayos de SPT y de penetración dinámica efectuados.

- **Nivel freático**

En el sondeo a rotación no se detecta el nivel freático ni tampoco signos de humedad en las varillas de penetración dinámica, en las fechas de realización de los trabajos de campo. No se tiene previsto variaciones estacionales del mismo.

1.5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

- **Resistencia del terreno y soluciones constructivas:**

Con los datos aportados por los trabajos de campo y ensayos de laboratorio, se ha realizado la determinación de los parámetros geotécnicos, para a partir de ellos, estimar la tensión admisible del terreno, y por tanto recomendar el tipo de cimentación y el elemento de contención más adecuado.

La tensión admisible viene condicionada por un doble concepto, la tensión de hundimiento o rotura del terreno de cimentación, y por otro, por limitaciones de asiento máximo admisible para la tipología estructural prevista, pudiendo considerar la carga admisible del terreno la menor de las dos.

Para la realización de un cálculo orientativo de las condiciones de cimentación, supondremos que todas las cargas que se transmiten al cimiento son verticales, centradas y están homogéneamente repartidas, considerando despreciables los esfuerzos laterales.



Conviene recordar que las estructuras estarán constituidas por una sola altura. El plano de cimentación se tendrá que ubicar sobre el Nivel 2 formado por arcillas arenosas, una vez salvado el nivel 1 formado por terreno vegetal.

La resistencia del terreno se puede calcular con los valores de N20 obtenidos en el ensayo de penetración dinámica, aplicando la formula de Los Holandeses:

Siendo:

$$Rd = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e \cdot (M + n \cdot p)}$$

Rd la resistencia dinámica.

M pasa de la maza.

H altura de caída.

A Sección de la puntaza.

e penetración del golpeo.

n·p nº de barras por su peso (tren de varillaje).

Así tomando un valor medio de los N20 más bajos de 8, que puede correlacionarse con los valores obtenidos en los Nspt y aplicando la formulación anterior obtenemos un valor de resistencia del terreno de 1,20 kp/cm² una vez aplicado un factor de seguridad de 3 (F=3).

En cuanto a los empujes horizontales, serán nulos ya que a cota de cimentación no se detectan suelos blandos que produzcan desplazamientos horizontales.

Por lo tanto y de acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, la cimentación se podrá solventar mediante la realización de una cimentación de tipo zapatas o losa, de acuerdo con los valores de resistencia anteriormente indicados, y apoyada en el Nivel II de arcillas arenosas, salvando el Nivel I de que detectamos hasta los 1,40 metros de profundidad como máximo.

- **Permeabilidad:**

De acuerdo con los ensayos efectuados, en la siguiente tabla, se indican los valores de permeabilidad k, medidos en m / seg:

Nivel considerado	Permeabilidad (m/ seg)
Nivel 1 Relleno y T. Vegetal	10 ⁻⁴
Nivel 2 Arcilla arenosa	10 ⁻⁵
Nivel 3 Margas	10 ⁻¹⁰

- **Agresividad:**



Los ensayos realizados sobre el terreno que se localiza a la cota de cimentación, presentan un contenido en sulfatos bajo (151 mg/l como máximo) por lo que de acuerdo con los parámetros establecidos en la Instrucción Técnica EHE, el medio se puede considerar como **no agresivo** al hormigón.

- **Sismicidad:**

En la siguiente tabla se reflejan los valores de la aceleración sísmica básica (a_b) y el coeficiente de contribución (K), recogido en la NCSE-02, para la localidad de Carpesa (Valencia):

	a_b	K
Carpesa (Valencia)	0,06	1,0

De acuerdo con lo establecido en la NCSE-02, la citada norma **NO** es de obligado cumplimiento, no debiéndose considerar la acción sísmica en las estructuras. Para establecer el valor de C , realizaremos un sumatorio para los primeros 30 metros con los diferentes suelos que se detectan en el subsuelo.

$$C = \frac{\sum C_i e_i}{30}$$

Así reflejamos en la siguiente tabla los resultados obtenidos:

<i>Nivel Detectado / Tipo de suelo</i>	<i>Espesor aproximado (m)</i>	<i>Valor de C</i>
Nivel 1 / Tipo suelo IV	0,00-1,40	2,0
Nivel 2-3 / Tipo suelo III	1,40-10,00	1,6
Nivel >3 / Tipo suelo II	10,00-30,00	1,3
Valor del coeficiente del terreno: C		1,42

Por último podemos indicar que los trabajos realizados son reconocimientos puntuales, por lo que en la correlación entre los mismos existe un cierto grado de extrapolación, siendo solo válido si se confirma al abrir las excavaciones para comprobar la cimentación.