

DIPUTACION DE SEVILLA
REGISTRO DE SALIDA
16/11/2022 10:18
SALIDA NÚMERO: 42640

AYUNTAMIENTO DE EL PALMAR DE TROYA
REGISTRO DE ENTRADA
16/11/2022 10:18
ENTRADA NÚMERO: 4468

19AT175-REV01

INFORME GEOTÉCNICO

Sala de duelos
El Palmar de Troya
(Sevilla)

CLIENTE: Diputación de Sevilla

FECHA: 19/11/2019

1.- INTRODUCCIÓN:

Se realiza el presente informe geotécnico a petición de Diputación de Sevilla para la construcción de una Sala de duelo en El Palmar de Troya, Sevilla.

La zona de estudio se sitúa al Este del Palmar de Troya, como se muestra en la siguiente imagen:



La parcela presenta una topografía plana y una superficie de 2135.60 m². En ella se proyecta un edificio de una planta destinado a uso de tanatorio con una superficie de 456 m².

Se pretende con el mismo conocer todos los aspectos que desde el punto de vista geotécnico afecten al proyecto, y más concretamente:

- Condiciones geológicas generales de la zona.
- Características geotécnicas del subsuelo, con obtención de los distintos parámetros geotécnicos de los materiales.
- Características químicas del terreno y el agua (en el caso de encontrarse) ante agresividad a los hormigones, según la EHE.

- Condiciones de cimentación: tipo de cimiento, cota de apoyo, cargas admisibles.
- Otras recomendaciones.

2.- TRABAJOS REALIZADOS:

Para el estudio de las características litológicas y propiedades del subsuelo se han realizado los siguientes trabajos de investigación:

2.1.- Trabajos de campo:

2.1.1. Sondeo a rotación

Se ha realizado un sondeo a rotación con extracción continua de testigo hasta una profundidad de:

Sondeo	Profundidad (m)
SR-1	8.05

La ejecución del sondeo ha sido realizada mediante Sonda TP50 utilizando como herramienta de corte coronas de widia, y procediéndose a la extracción de testigo continuo, que nos permiten conocer el corte estratigráfico del terreno, así como sus características físicas y mecánicas.

En la siguiente fotografía se presenta el equipo empleado:



Durante la perforación del sondeo se han realizado ensayos estándar de penetración SPT y toma de Muestras Inalteradas, cuyos valores, resultados de N_{30} , nos permiten conocer la compacidad y homogeneidad de las capas prospectadas.

La tabla siguiente muestra los valores N_{30} de los ensayos SPT y Muestras Inalteradas realizados a diferentes profundidades durante la perforación del sondeo.

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)		N_{SPT}	N_{MI}
		Inicio	Final		
SR-1	MI	1.00	1.60	-	8
	SPT	1.60	2.20	6	-
	MI	4.00	4.07	-	R
	SPT	4.07	4.13	R	-
	SPT	6.00	6.08	R	-
	SPT	8.00	8.05	R	-

Para la realización del ensayo SPT el aparato utilizado fue la cuchara normalizada tipo Terzaghi, con zapata de diámetro exterior 50,8 mm, e interior de 35,00 mm.

Pertenece al grupo de los ensayos de penetración, y este consiste en la hincada de una cuchara estándar mediante golpes propinados por una maza de 64 Kg. que cae desde una altura de 75 cm., lo que equivale a un trabajo de 0.5 Kjulios por golpe aproximadamente.

Previamente se marcan en el varillaje tres señales, de forma que queden entre sí cuatro espacios de 15 cm. cada uno. El resultado se obtiene al contar el número de golpes necesarios para profundizar cada uno de estos espacios de 15 cm. la cuchara en el suelo. La primera serie de golpes no se tiene en cuenta por considerar que el hueco del sondeo está alterado como consecuencia de la rotación de la corona del sondeo, si se cuentan las dos series siguientes cuya suma nos da el valor de N_{30} .

Los testigos y muestras obtenidas se han depositado en cajas de PVC, las cuales han sido fotografiadas y transportadas hasta el laboratorio.

En el Anejo 3 se presenta el registro del sondeo.

2.1.2. Ensayos de penetración dinámica

Se han realizado 3 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH, sobre la superficie de implantación de la futura edificación, cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano/croquis adjunto (ver Anejo nº 2).

Las profundidades alcanzadas en los mismos fueron las siguientes:

Ensayos	Profundidades (m)
P-1	9.18
P-2	2.78
P-3	2.95

Las cotas de emplazamiento de los puntos ensayados se corresponden con la superficie existente, anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado.

Estos ensayos penetrométricos dinámicos y continuos fueron realizados con un penetrómetro automático. Este ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas ($19,50 \text{ cm}^2$) por la aplicación de una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 Kg, que cae desde una altura de 75 cm. El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cm., recibe el nombre de "numero de penetración" (N_{20}). El ensayo se da por finalizado cuando aparece el "rechazo", es decir, cuando una serie de 100 golpes consecutivos dan menos de 20 cm. de penetración.

El varillaje empleado es de 32 mm. de diámetro, lo que da una sección de $8,04 \text{ cm}^2$, en tanto que la de la puntaza es de $19,50 \text{ cm}^2$, es decir, que esta última resulta ensanchada para que el rozamiento del terreno a lo largo del varillaje sea mínimo.

En la siguiente fotografía se presenta el equipo empleado:



En el Anejo nº 4 se adjuntan las diagráfias profundidad/N₂₀ obtenidos de los ensayos penetrométricos realizados. Estos diagramas reflejan una medida indirecta, y casi continua, de la resistencia y de la deformabilidad de los distintos estratos atravesados.

2.1.3. Calicata excavada con retroexcavadora

Se ha realizado 1 calicata de reconocimiento e investigación del terreno, sobre la superficie del solar, tal como se indica en el plano/croquis adjunto en el Anejo nº 2. Con la misma se han alcanzado una profundidad de:

Calicata	Profundidad (m)
C-1	3.50

Estas excavaciones en pozo o zanja, permiten la inspección visual y observar las condiciones de excavabilidad y de estabilidad de las paredes de la excavación, la litología, aspectos geotécnicos y permeabilidad del terreno.

En estas calicatas se ha tomado muestras "a granel" en bolsa para su posterior ensayo en laboratorio.

En la fotografía siguiente se muestra la excavadora utilizada:



El registro de esta calicata se presenta en el Anejo 4.

2.2.- Trabajos de laboratorio:

Los ensayos de laboratorio se han realizado a las muestras obtenidas en el sondeo y calicata, atendiendo a las características de los materiales y siguiendo las correspondientes Normas. A continuación se presenta una relación de los ensayos realizados:

Ensayos de identificación:

- 3 unidades Granulometría por tamizado (UNE 103 101/95).
- 3 unidades Límites de Atterberg (UNE 103 103/94).
- 3 unidades Clasificación de suelos (ASTM D 2487/00).

Ensayos de expansividad

- 1 unidad Presión Hinchamiento en Edómetro (UNE 103 602/96)

Ensayos químicos:

- 3 unidades Contenido en sulfatos solubles en suelo (UNE 83963:2008).
- 2 unidades Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008).

Ensayos de resistencia:

1 unidad	Compresión Simple
1 unidad	Corte Directo (UNE 103 401/98)

2.3.- Trabajos de gabinete:

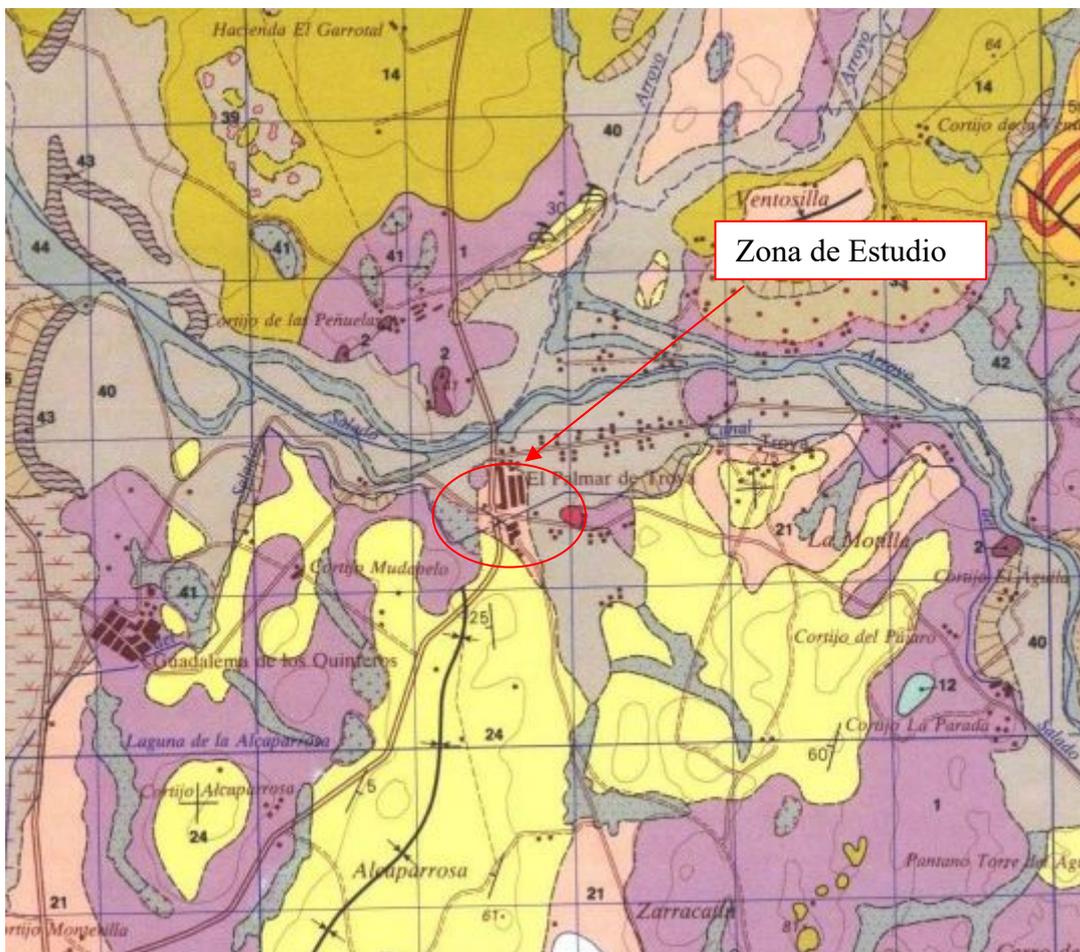
Recopilación de datos, ensayos de laboratorio e interpretación de los mismos, así como, la confección de la presente memoria, en la que se incluyen las conclusiones del mismo.

No se contempla en este informe la influencia de cimentaciones vecinas, deslizamientos, pozos, oquedades, restos arqueológicos, etc., que en los reconocimientos puntuales no se hayan detectado.

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

3.1 Geología de la Zona

Desde un punto de vista geológico y de acuerdo con la información extraída de la memoria de la **carta geológica nº 1020 13-42 (El Coronil)** a escala 1:50.000 editada por el ITGE, en todo el área local afloran:



Según se desprende de la figura anterior, el terreno presente en la zona de estudio está formado por limos, arcillas y arenas (nº 40 de la leyenda).

3.2 Niveles Geotécnicos

A continuación, se describen los niveles geotécnicos que consideramos en este informe, a partir de los datos aportados por el sondeo y la calicata, los ensayos de penetración y los análisis de las muestras extraídas del mismo, que nos permiten definir unos niveles geotécnicos teóricos y simplificados.

Nivel geotécnico nº 1: Relleno Antrópico

El primer nivel reconocido en la parcela se trata de relleno de arenas limosas de color grisáceas con gravas, escombros, alambres etc...

A continuación, se muestra el espesor reconocido en el sondeo y calicata:

Investigación	Inicio (m)	Fin (m)	Espesor (m)
C-1	0.00	0.70	0.70
SR-1	0.00	0.60	0.60

El espesor del relleno es de 0.60-0.70 metros.

Nivel geotécnico nº 2: Arcilla marrón-grisácea

Bajo la capa de rellenos encontramos una arcilla de color marrón-grisácea de consistencia blanda con indicios de grava fina y veteados grisáceos.

A continuación, se muestra el espesor reconocido en el sondeo y calicata:

Investigación	Inicio (m)	Fin (m)	Espesor (m)
C-1	0.70	3.50	2.80
SR-1	0.60	4.00	3.40

Según se comprueba en la tabla anterior este nivel presenta un espesor medio de 3.40 metros.

Para la clasificación e identificación de esta litología se han ensayado las muestras obtenidas en el sondeo. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los ensayos realizados:

Investigación	Profundidad	Granulometría (% pasa)		Límites	
		T-5	T-0.08	LL	IP
SR-1	1.00-1.60	100	98.4	81.6	41.0
SR-1	1.60-2.20	100	98.4	79.9	42.5

Con estos datos, las muestras ensayadas se pueden clasificar, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), como un suelo MH/CH limo/arcilla de alta plasticidad con indicios de arena.

Nivel geotécnico nº 3: Margocaliza

Como último nivel se reconoce unas margocalizas de color grisácea.

Este nivel se reconoce hasta la máxima profundidad alcanzada en el sondeo siendo esta de 8.05 metros.

Para la clasificación e identificación de esta litología se han ensayado las muestras obtenidas en el sondeo. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los ensayos realizados:

Investigación	Profundidad	Granulometría (% pasa)		Límites	
		T-5	T-0.08	LL	IP
SR-1	6.00-6.08	76.0	53.2	26.5	8.8

Con estos datos, las muestras ensayadas se pueden clasificar, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), como un suelo CL, arcilla arenosa de baja plasticidad con bastante grava.

3.3. Nivel Freático y Coeficiente de Permeabilidad

La profundidad del nivel freático ha sido medida en las perforaciones que quedaron revestidas, una vez finalizados los sondeos, mediante unas tuberías piezométricas de PVC ranuradas, como pozo de observación para posteriores seguimientos. Las medidas fueron las siguientes:

Sondeo	Fecha	Profundidad Nivel Freático (m)
SR-1	7/10/2019 (Día de la perforación)	2.00
	24/10/2019	1.80

Según la tabla anterior podemos decir que el nivel freático se reconoce a los 1.80 metros.

A continuación, en función de la permeabilidad de los suelos y la presencia del nivel freático, se darán los parámetros para el cálculo del grado de impermeabilidad.

La presencia de agua se considera:

- a) Baja: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.
- b) Media: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.
- c) Alta: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En este caso en concreto la **presencia de agua es BAJA** al encontrarse la cara inferior del suelo en contacto con el terreno por encima del nivel freático.

El coeficiente de permeabilidad es una de las propiedades más importantes y que más difiere de unos suelos a otros. Quizá una de las causas principales del radicalmente diferente comportamiento de una arena y una arcilla será el que la arcilla es mucho más impermeable. Podemos citar los siguientes valores típicos del coeficiente de permeabilidad en rocas:

El coeficiente de permeabilidad es una de las propiedades más importantes y que más difiere de unos suelos a otros. Quizá una de las causas principales del radicalmente diferente comportamiento de una arena y una arcilla será el que la arcilla es mucho más impermeable. Podemos citar los siguientes valores típicos del coeficiente de permeabilidad en suelos:

Tipo de suelo	K (cm/s)
Gravas	> 1
Arenas gruesas	10^{-1}
Arenas medias	$10^{-1} - 10^{-2}$
Arenas finas	$10^{-2} - 10^{-3}$
Arenas limosas	$10^{-3} - 10^{-4}$
Turba	$3.8 \times 10^{-3} - 10^{-4}$
Limos, arcillas meteorizadas	$10^{-4} - 10^{-7}$
Terraplén compacto impermeable	$10^{-6} - 10^{-8}$
Arcillas no meteorizadas	$10^{-7} - 10^{-9}$

El sustrato de la parcela está formado por una arcilla/limo de alta plasticidad, por lo que vamos a estimar un valor de **coeficiente de permeabilidad de $10^{-4} - 10^{-7}$** .

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 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

PRESENCIA DE AGUA	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL TERRENO	
	$K_s > 10^{-5}$	$K_s \leq 10^{-5}$
ALTA	5	4
MEDIA	4	3
BAJA	2	1

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Por lo tanto, para los parámetros expuestos anteriormente de permeabilidad, vamos a estimar un **coeficiente de impermeabilidad de 1**.

3.4. Expansividad

Con el fin de determinar el potencial expansivo de los materiales presentes en la parcela se ha un realizado ensayos de Máxima Presión de Hinchamiento en edómetro.

Los resultados obtenidos en el ensayo de Máxima Presión de Hinchamiento en edómetro son:

Investigación	Nivel geotécnico	Prof (m)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Presión de Hinchamiento(kg/cm²)
SR-1	Nivel 2	1.00-1.60	30.81	33.19	0.18

Además de los resultados obtenidos en estos ensayos, podemos tomar los valores de los ensayos de identificación con los siguientes índices medios para evaluar el potencial expansivo:

	<u>Nivel 2</u>
Índice de Plasticidad (IP):	41.0%
Límite Líquido (LL):	81.6%
%Tamiz 0,08:	98.4%
Humedad (W)	30.81
Relación W / LL	0.37

Con estos valores se puede evaluar el potencial expansivo de estos materiales en función de diversos criterios, cuyos rangos de valores empleados comúnmente en la bibliografía se presentan a continuación:

Criterios para evaluar el potencial expansivo

EXPANSIVIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
Índice de plasticidad	<18	15-28	25-40	>35
Límite líquido	<30	30-60	40-60	>60
% tamiz nº200 ASTM	>30	30-60	60-95	>95
Lambe (CPV)	0-2	2-4	4-6	6-12
WWI	>0.55	0.55-0.37	0.37-0.25	<0.25
WWp	>1.0	1.0-0.8	0.8-0.6	<0.6
Presión máx. hinch. (Kg/cm ²)	<0.3	0.3-1.2	1.2-3.0	>3.0
Hinch. probable superf (cm)	0-1	1-3	3-7	>7
% Hincham. probable	<1	1.5	3-10	>10

A la vista de estos datos podemos concluir que el potencial expansivo de los materiales es ALTO-MUY ALTO.

Según se aprecia en la figura anterior, para materiales con un Potencial expansivo ALTO-MUY ALTO los valores esperables de Presión Máxima de Hinchamiento oscilan entre 1.2 y 3.0 kg/cm². En el ensayo realizados sobre la Muestra Inalterada se obtiene un valor de Presión de Hinchamiento en Edómetro de 0.18 kg/cm² clasificándolo con expansividad BAJA, posiblemente la muestra contendría abundante gravilla.

En conclusión según los valores anteriores clasificamos a los materiales del nivel geotécnico 2 con expansividad ALTA.

Es adecuado recordar que los problemas expansivos en arcillas vienen condicionados, aparte de por la propia naturaleza de la arcilla y su potencial intrínseco de cambio de volumen, por la variación en las condiciones de humedad que en ellas se produzcan. Si se consiguen mantener unas condiciones estables para el contenido de agua no aparecerán problemas de cambio de volumen y en consecuencia tensiones derivadas.

3.5. Características Resistentes

Para determinar las características resistentes de estos materiales, se cuenta con la información obtenida por los 3 ensayos de penetración dinámica realizados en la zona de implantación del edificio. Además se cuenta con la información obtenida en los ensayos de hinca realizados en el interior del sondeo (SPT y Muestras Inalteradas).

➤ Ensayos de hinca SPT y MI en el interior del sondeo:

Los resultados de los ensayos de hinca SPT y MI realizados en el interior del sondeo son:

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)		N _{SPT}	N _{MI}
		Inicio	Final		
SR-1	MI	1.00	1.60	-	8
	SPT	1.60	2.20	6	-
	MI	4.00	4.07	-	R
	SPT	4.07	4.13	R	-
	SPT	6.00	6.08	R	-
	SPT	8.00	8.05	R	-

R: Se considera rechazo cuando son necesarios más de 50 golpes para clavar 15 cm del tomamuestras

También se pueden realizar aproximaciones a la compresión simple en función de los valores de golpeo de N_{SPT} y N_{MI}. En estos casos, la relación comúnmente aceptada es la siguiente

$$q_u = \frac{N_{SPT}}{10} = \frac{N_{MI}}{15}$$

En función de esta relación, podemos aproximar los siguientes valores de compresión simple:

Sondeo	Tipo Muestra	Nivel Geotécnico	Profundidad (m)		q _u (kg/cm ²)	C _u (kg/cm ²)
			Inicio	Final		
SR-1	MI	Nivel 2	1.00	1.60	0.53	0.26
	SPT	Nivel 2	1.60	2.20	0.60	0.30
	MI	Nivel 3	4.00	4.07	-	-
	SPT	Nivel 3	4.07	4.13	-	-
	SPT	Nivel 3	6.00	6.08	-	-
	SPT	Nivel 3	8.00	8.05	-	-

Podemos establecer un valor promedio para la cota de cimentación de resistencia al corte no drenada de 0.30 kg/cm².

➤ Ensayo de Compresión Simple:

A las Muestras Inalteradas obtenida en el sondeo, se le ha realizado un ensayo de Compresión Simple en laboratorio.

El valor de la resistencia al corte no drenada es la mitad del valor de la compresión simple. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Sondeo	Profundidad	Tipo Muestra	q _u (kg/cm ²)	c _u (kg/cm ²)
SR-1	1.00-1.60	MI	0.70	0.35

El valor medio obtenido de Resistencia al Corte no Drenada (c_u) para el nivel geotécnico 2 es de 0.35 kg/cm²

➤ Ensayo de Corte Directo:

Para conocer los parámetros de Cohesión y Ángulo de Rozamiento Interno de estos materiales, se ha realizado 1 ensayo de Corte Directo a las Muestras Inalteradas tomada en el sondeo

El ensayo realizado en el laboratorio son del tipo CD, es decir, Consolidado y Drenado.

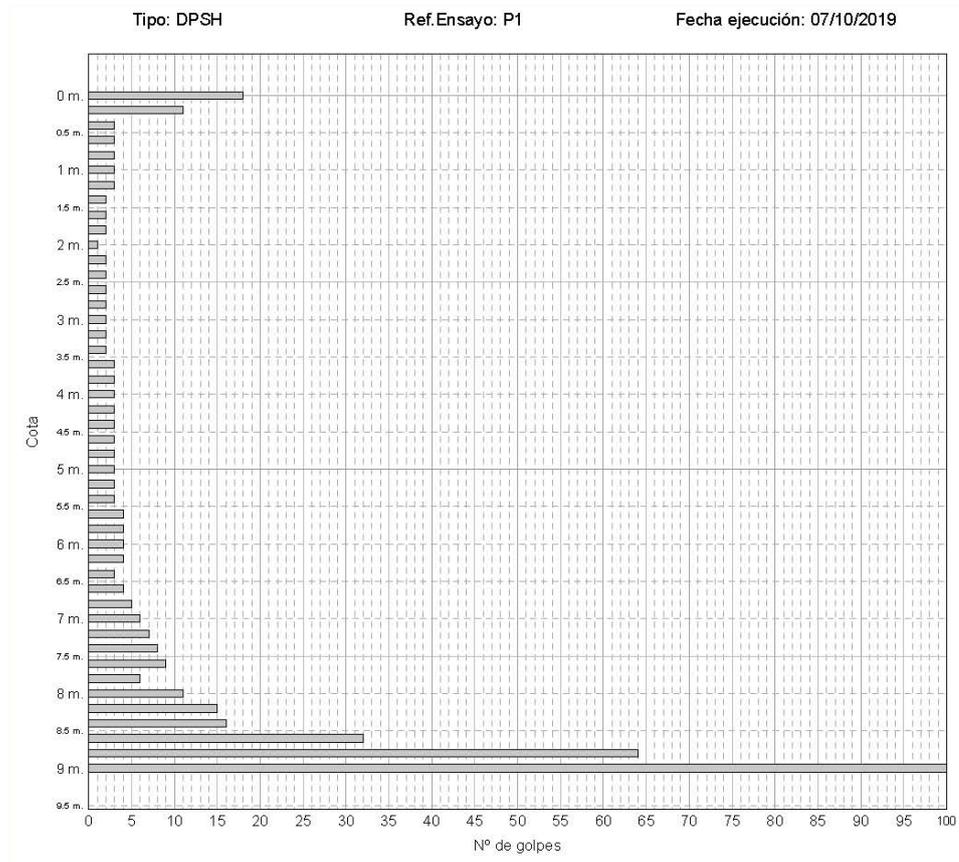
Los valores de cohesión y de ángulo de rozamiento obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Sondeo	Profundidad	Cohesión (kg/cm²)	Ángulo Rozamiento Interno (°)
SR-1	1.00-1.60	0.28	27

➤ Ensayos de penetración dinámica

A continuación se muestran las gráficas profundidad/golpeo de los 3 ensayos de penetración dinámica realizados:

- Ensayo P-1:

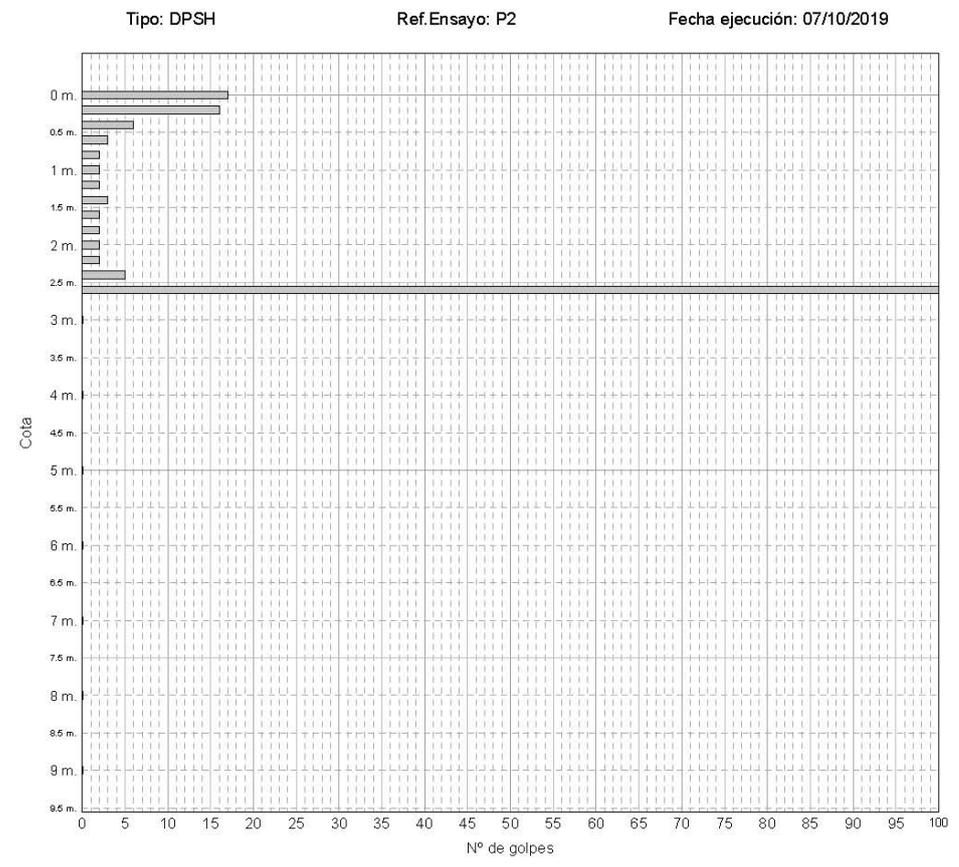


En este ensayo se aprecia una franja superior con valores de golpes de 10-15 golpes que asociamos a la capa de relleno reconocido en el sondeo y calicata.

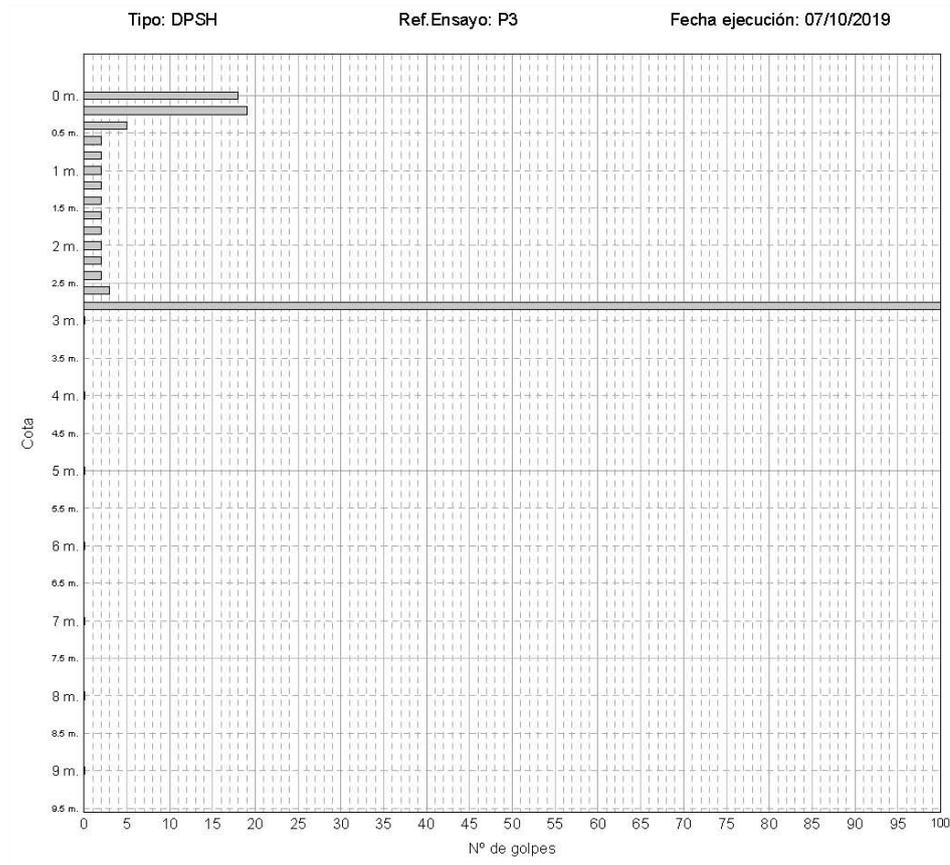
Es a partir de los 0.50 metros donde el golpeo disminuye coincidiendo con las arcillas muy blandas del nivel geotécnico 2, presentan valores medios de 2 golpes hasta los 4.00 metros.

A partir de los 4.00 metros el golpeo medio toma valores de 3 golpes hasta aproximadamente hasta los 7.00 metros donde el golpeo aumenta suavemente hasta alcanzar la condición de rechazo a los 9.18 metros.

- Ensayo P-2:



- Ensayo P-3:



Los ensayos P-2 y P-3 presentan el mismo comportamiento. Se reconoce una franja superior con valores medios de 15-20 golpes que asociamos a la capa de relleno.

A continuación los valores de golpeo son muy bajos (2 golpes) correspondiente al nivel geotécnico 2. Estos ensayos alcanzan la condición de rechazo a los 2.78 y 2.95 metros.

Por todo ello, y dado que para el cálculo de la carga admisible debemos de considerar que el bulbo de tensiones se transmitirá a las arcillas del nivel geotécnico 2, tomaremos un valor de resistencia al corte no drenada (cu) de 0.35 kg/cm².

3.6. Agresividad

Al objeto de analizar las condiciones de agresividad del terreno, se ha ensayado las muestras tomadas en el sondeo.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Investigación	Prof. (m)	SO₄ (mg/kg)	B-Gully (ml/kg)
SR-1	1.00-1.60	Inapreciable	Inapreciable
SR-1	1.60-2.20	Inapreciable	Inapreciable
SR-1	6.00-6.08	Inapreciable	-

De acuerdo con el artículo 8.2. de la Instrucción EHE-08, la agresividad expresada para suelos en función de los anteriores parámetros, se debe considerar como **Ataque Nulo**.

- Clase general de exposición: IIa
- Clases específicas de exposición: No hay
- Tipo de ambiente: IIa

Según la EHE 08, en su artículo 37.3.5. *Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos*, no será necesario el empleo de hormigón sulfatesistente.

3.7. Zonación sísmica:

Para la consideración de la acción sísmica en las futuras construcciones de esta zona es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSE-02 publicada en el B.O.E. el 11 de Octubre de 2002.

El cálculo de las acciones sísmicas según la citada norma se realizará en base a los siguientes parámetros:

TIPO DE CONSTRUCCIÓN: Normal	
Aceleración Básica a_b/g	0.07
Coef. de contribución (K)	1.1
Coef. de suelo (C)	1.40
Clasificación Terreno	II-III

La citada Norma recomienda en lo referente a la cimentación (Apart. 4.3.), entre otras reglas de buena práctica constructiva, las siguientes:

- Debe evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural, de sistemas de cimentación superficiales y profundos.
- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.

4.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

4.1. Justificación del Código Técnico de la Edificación

Una vez que se ha descrito el tipo de terreno reconocido y para el tipo de construcción prevista, en este apartado se analiza si la investigación geotécnica llevada a cabo cumple con los requisitos que establece el apartado 3 "Estudio Geotécnico" del Documento Básico SE-C Cimientos.

Para elaborar tanto la campaña de campo como de laboratorio destinado a la redacción del correspondiente estudio geotécnico, se debe conocer tanto la tipología de construcción como la naturaleza del terreno de apoyo.

En los apartados anteriores se relacionan tanto la superficie ocupada por la construcción como la tipología de la edificación proyectada. En la siguiente tabla tomada del CTE se presentan las tipologías de construcción que establece el CTE:

Tabla 3.1. Tipo de construcción

Tipo	Descripción ⁽¹⁾
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

⁽¹⁾ En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

La Edificación proyectada tendrá una ocupación en planta de unos 456 m², por lo que le asignamos la tipología C-1 (Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida superior a 300 m²).

Según lo descrito en los apartados anteriores, para terrenos formados por arcillas y margocalizas, el CTE establece:

Tabla 3.2. Grupo de terreno

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.

Por tanto, podemos considerar a efectos del planteamiento de la campaña de campo y laboratorio, un terreno de tipo T-1 (terrenos favorables, según el CTE).

Con todos los datos de los que disponemos, podemos establecer la campaña de trabajos de campo. El CTE en su apartado 3.2 Reconocimiento del Terreno expone la tabla 3.3 de distancias máximas:

Tabla 3.3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T1		T2	
	d_{\max} (m)	P (m)	d_{\max} (m)	P (m)
C-0, C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

Para construcciones de tipo C-1 y terrenos T-1, la distancia máxima entre reconocimientos es de 35 metros. En nuestro caso se cumple esta condición y además se garantiza el apartado 3.2 Reconocimiento del Terreno, que en su epígrafe 3.2.1 Programación, y en su artículo 4 dice "con carácter general el número mínimo de puntos a reconocer será de tres".

Según la tabla nº 3.4 "Número mínimo de sondeos" del CTE, para construcciones de tipo C-1 y Terrenos tipo T-1 sería obligatorio la realización de un sondeo. Dado que se ha realizado un sondeo a 8.05 metros.

Tabla 3.4. Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración

	Número mínimo		% de sustitución	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

Dado que en nuestro caso se ha realizado 1 sondeo, 3 ensayos de penetración dinámica y 1 calicata, se cumplen las prescripciones mínimas.

En la tabla 3.3 de "Profundidades Orientativas", se establece que para edificaciones C-1 y terrenos T-1 la profundidad orientativa es de 6.0 metros. El sondeo se ha realizado a una profundidad de 8.05 metros.

Por todo ello, podemos concluir que la campaña de investigación geotécnica realizada cumple con los requisitos que establece el CTE en su apartado 3 "Estudio Geotécnico", dentro del Documento Básico SE-C Cimientos.

4.2. Consideraciones preliminares

La parcela presenta una topografía plana y una superficie de 2135.60 m². En ella se proyecta un edificio de una planta destinado a uso de tanatorio con una superficie de 456 m².

El primer nivel reconocido en la parcela se trata de relleno de arenas limosas de color grisáceas con gravas, escombros, alambres etc... El espesor del relleno es de 0.60-0.70 metros.

Bajo la capa de rellenos encontramos una arcilla de color marrón-grisácea de consistencia blanda con indicios de grava fina y veteados grisáceos. Este nivel presenta un espesor medio de 3.40 metros.

Como último nivel se reconoce unas margocalizas de color grisácea.

Este nivel se reconoce hasta la máxima profundidad alcanzada en el sondeo siendo esta de 8.05 metros.

El nivel freático se reconoce a los 1.80 metros.

4.3. Recomendaciones de cimentación

Tal como hemos comentado en apartados anteriores en la parcela se reconoce un nivel de relleno antrópico que según lo reconocido en el sondeo y calicata de 0.60-0.70 metros que se deberá eliminar seguido de unas arcillas blandas con expansividad alta.

Por ello se recomienda realizar un forjado sanitario.

- **Se recomienda, una cimentación mediante losa armada que apoye sobre una capa de 35-40 cm de material semigranular (tipo subbase o albero) debidamente compactada. Para ello, se recomienda que se coloque en**

capas de no más de 20 cm y se compacte hasta alcanzar densidades próximas al 98% de la Densidad Máxima del Proctor Normal.

- **Dado el carácter inundable del terreno también se recomienda una cimentación mediante retículas de vigas suficientemente rígidas sobre una capa de bolos.**

La formulación general de carga admisible total en suelos cohesivos es la siguiente:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{FS} = \frac{c \cdot N_c \cdot \zeta_c + q \cdot N_q \cdot \zeta_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot \zeta_\gamma}{3} + q$$

Siendo:

q_h	Carga de hundimiento.
c	Cohesión del terreno de cimentación.
q	Sobrecarga sobre el nivel de cimentación.
B	Ancho de la zapata / Losa.
γ	Peso específico efectivo del terreno bajo el nivel de cimentación.
N_c, N_q, N_γ	Factores de capacidad de carga, función del ángulo de rozamiento interno, según distintos autores.
$\zeta_c, \zeta_q, \zeta_\gamma$	Factores de corrección, según distintos autores
FS	Factor de seguridad = 3

En arcillas el valor más desfavorable de la carga de hundimiento se obtiene para una situación de corto plazo, donde el ángulo de rozamiento interno es nulo y la cohesión se corresponde con la resistencia al corte no drenado. En este caso el factor N_c vale 5,14 y la expresión queda:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{FS} = \frac{C_u \cdot N_c}{3}$$

El valor de resistencia al corte sin drenaje (C_u) para los materiales de apoyo es de 0.35 kg/cm^2 .

Sustituyendo valores:

$$q_{adm} = C_u \cdot N_c / FS = 0.35 \cdot 5.14 / 3 = 0.60 \text{ Kg/cm}^2.$$

Por todo ello, se recomienda, una cimentación mediante losa armada que apoye sobre una capa de 35-40 cm de material semigranular (tipo subbase o albero) debidamente compactada. Para ello, se recomienda que se coloque en capas de no más de 20 cm y se compacte hasta alcanzar densidades próximas al 98% de la Densidad Máxima del Proctor Normal.

El valor de la carga admisible para la losa es de 0.60 kg/cm^2 .

El coeficiente de balasto a aplicar para el cálculo estructural de la losa, para una placa de un pie cuadrado, es de $K_{30} = 3.0 \text{ kg/cm}^3$.

4.4. Análisis de asientos

Dadas las características geotécnicas del terreno de apoyo, se ha decidido aplicar para el cálculo el método elástico de Steinbrenner. Este método requiere la caracterización del terreno de apoyo mediante los parámetros de módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson.

Se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- El perfil tipo del terreno considerado bajo la superficie de apoyo de la cimentación, responde a lo marcado por los trabajos de investigación realizados en la parcela según se ha descrito en el apartado 3.2.
- Los valores de E (módulo de deformación) y ν (coef. de Poisson), se han tomado en base a los datos de los ensayos de penetración, siempre intentando tomar las magnitudes más conservadoras.
- La cota 0.0 se refiere a la cota de apoyo de la cimentación en cada caso, medidos desde la rasante actual de la parcela.
- El bulbo de presiones se extenderá hasta una profundidad equivalente a una vez el ancho de la losa. Para zapatas se estima en 2 veces el ancho de la zapata.
- Los asentos totales se calculan para el valor de carga máxima obtenido en la determinación de la carga admisible del terreno. La magnitud de los asentos totales no debe ser superior a 5.1 cm (2 pulgadas) para el caso de la losa armada y de 2.5 cm (1 pulgada) para el caso de las zapatas. En todos los casos habrá que tener en cuenta que las distorsiones angulares deben ser favorables. En los casos en que sea necesario, el valor de carga máxima deberá ser modulado hasta que los asentos queden por debajo del límite mencionado anteriormente.

A continuación se procederá a la realización de un cálculo de asentos, con el fin de determinar si los que se produzcan son asumibles por una edificación de estas características. Para ello se ha tomado el perfil con los valores elásticos que se presentan en la siguiente tabla:

CAPA	Cota Inicio	Cota Fin	E (kg/cm ²)	Coef. Poisson
Capa de Mejora	0.00	0.40	210	0.32
Nivel 2 Arcilla	0.40	6.00	35	0.33
Nivel 3 Margocaliza	6.00	7.00	200	0.33

Para ello, lo he calculado para una losa armada de dimensiones 30 x 15 metros y suponiendo que el edificio transmite una carga de 0.30 kg/cm².

Con todos estos parámetros, se obtiene un valor máximo de asientos de 3.7 cm, valor asumible para una construcción como la proyectada, por lo que se considera viable una cimentación mediante losa armada.

5.- INSPECCIÓN EN OBRA:

Tanto la elección de la cota de cimentación, la verificación de la tensión admisible considerada e idoneidad del tipo de cimentación, así como los elementos de contención son orientativas, y responden a los resultados geotécnicos obtenidos de los ensayos realizados, con las limitaciones propias del tipo de estudio realizado; en ningún caso pretenden suplir las funciones y responsabilidades que la Ley de Ordenación de la Edificación contempla para cada uno de los agentes intervinientes en el proceso constructivo, y por ello deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la Obra. De conformidad con la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, tanto el proyectista, como el director de obra y el director de la ejecución de la obra, son los que tienen la obligación de redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente, verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de las estructuras proyectadas a las características geotécnicas del terreno.

El nivel de apoyo de la cimentación deberá ser supervisado. Si aparecieran elementos estaños, bolsas blandas, etc, deberán ser retirados y se rebajará lo suficiente el nivel de fondo de excavación, hasta verificar que apoyen en condiciones homogéneas en el nivel geotécnico considerado.

Por otra parte, debe indicarse que las consideraciones expuestas en el presente informe han sido deducidas de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto de la parcela de estudio en las condiciones actuales del subsuelo. Por ello, se recomienda la inspección en obra por parte del director de obra y el director de la ejecución de la obra durante la excavación, para verificar que las características aparentes del terreno se corresponden con las que han servido de base a este informe. Si se detectasen características geotécnicas diferentes a las que recoge este informe, se deberá comunicar a Arcotierra, S.L., para que se pueda proceder a la realización de una nueva campaña de ensayos, con el fin de verificar y determinar la correcta extrapolación al conjunto de la parcela.

Este documento consta de una memoria de treinta y cuatro (34) páginas con el sello de ARCOTIERRA, S.L., numeradas correlativamente, y de ocho (8) anejos.

Bornos (Cádiz), a 19/11/2019

Realizado por:



Cristina Gómez Garci

Licenciado en Geología

Colegiado ICOGA Nº 891

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación expresa de Arcotierra S.L.

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO 1: LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOGRÁFICA

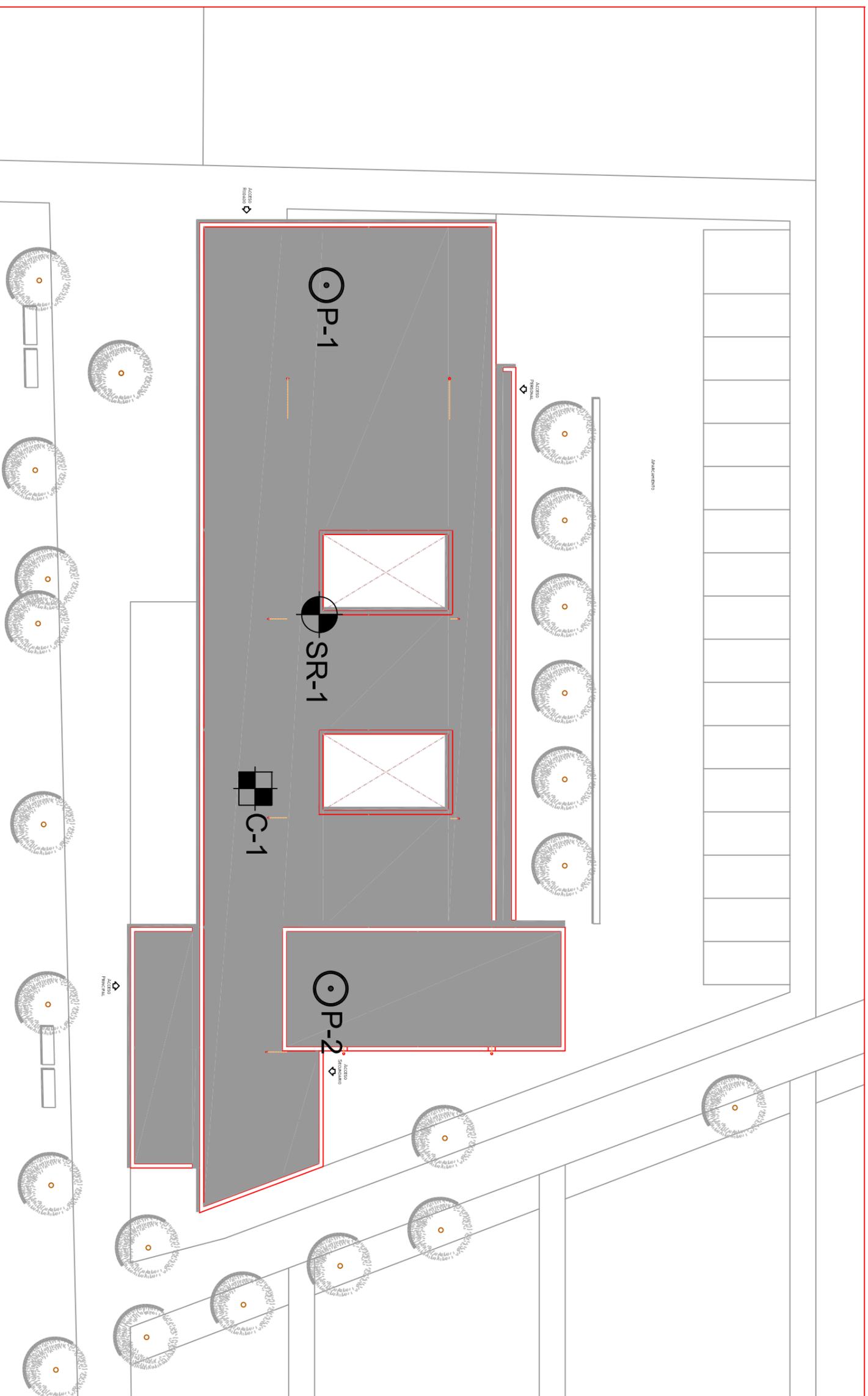
ANEJO 2: PLANO/CROQUIS DE UBICACIÓN DE ENSAYOS

LEYENDA

⊙ Ensayo de penetración dinámica

⊙ Sondéo a rotación con extracción continua de testigo

⊙ Calicata de investigación



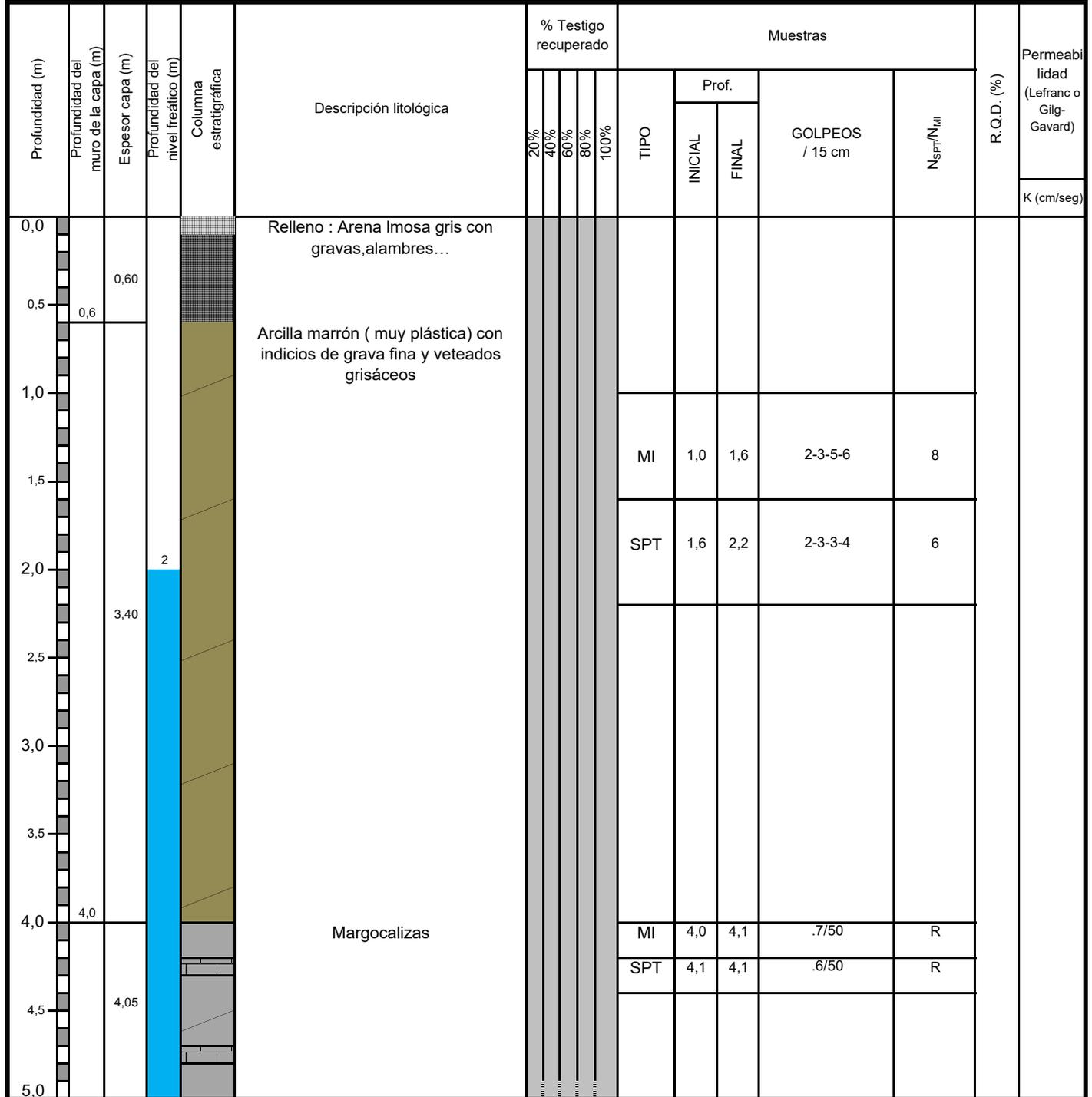
ANEJO 3: REGISTRO DE SONDEO

SONDEO: SR-1 (1 de 2)

Ensayo a realizar: Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
 Sonda: TP50
 Obra: Sala de duelo en El Palmar de Troya, Sevilla
 Peticionario: Diputación de Sevilla

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2019/2423	11572	19AT175	2019/175	07/10/2019

Coordenadas: X (m): Y (m): Z (m):



Responsable de Ensayos GTC
 Daniel Paniagua Muñoz
 Lic. CC. Geológicas Nº Coleg. 326

Director Técnico
 Ana Belén Pin Puga
 Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

SONDEO: SR-1 (2 de 2)

Ensayo a realizar: Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
 Sonda: TP50
 Obra: Sala de duelo en El Palmar de Troya, Sevilla
 Peticionario: Diputación de Sevilla

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2019/2423	11572	19AT175	2019/175	07/10/2019

Coordenadas: X (m): Y (m): Z (m):

Profundidad (m)	Profundidad del muro de la capa (m)	Espesor capa (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica	% Testigo recuperado				Muestras				R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard)		
						20%	40%	60%	80%	100%	TIPO	Prof.				GOLPEOS / 15 cm	N _{SPT} /N _M
												INICIAL	FINAL				
5,0					Margocalizas												
5,5																	
6,0		4,05									SPT	6,0	6,1	.8/50	R		
6,5																	
7,0																	
7,5																	
8,0	8,05				Fin de sondeo a 8,05 metros						SPT	8,0	8,1	.5/50	R		
8,5																	
9,0																	
9,5																	
10,0																	

Responsable de Ensayos GTC
 Daniel Paniagua Muñoz
 Lic. CC. Geológicas Nº Coleg. 326

Director Técnico
 Ana Belén Pin Puga
 Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

ANEJO 4:
REGISTRO DE CALICATA

Ensayos a realizar:
 Calicata de investigación

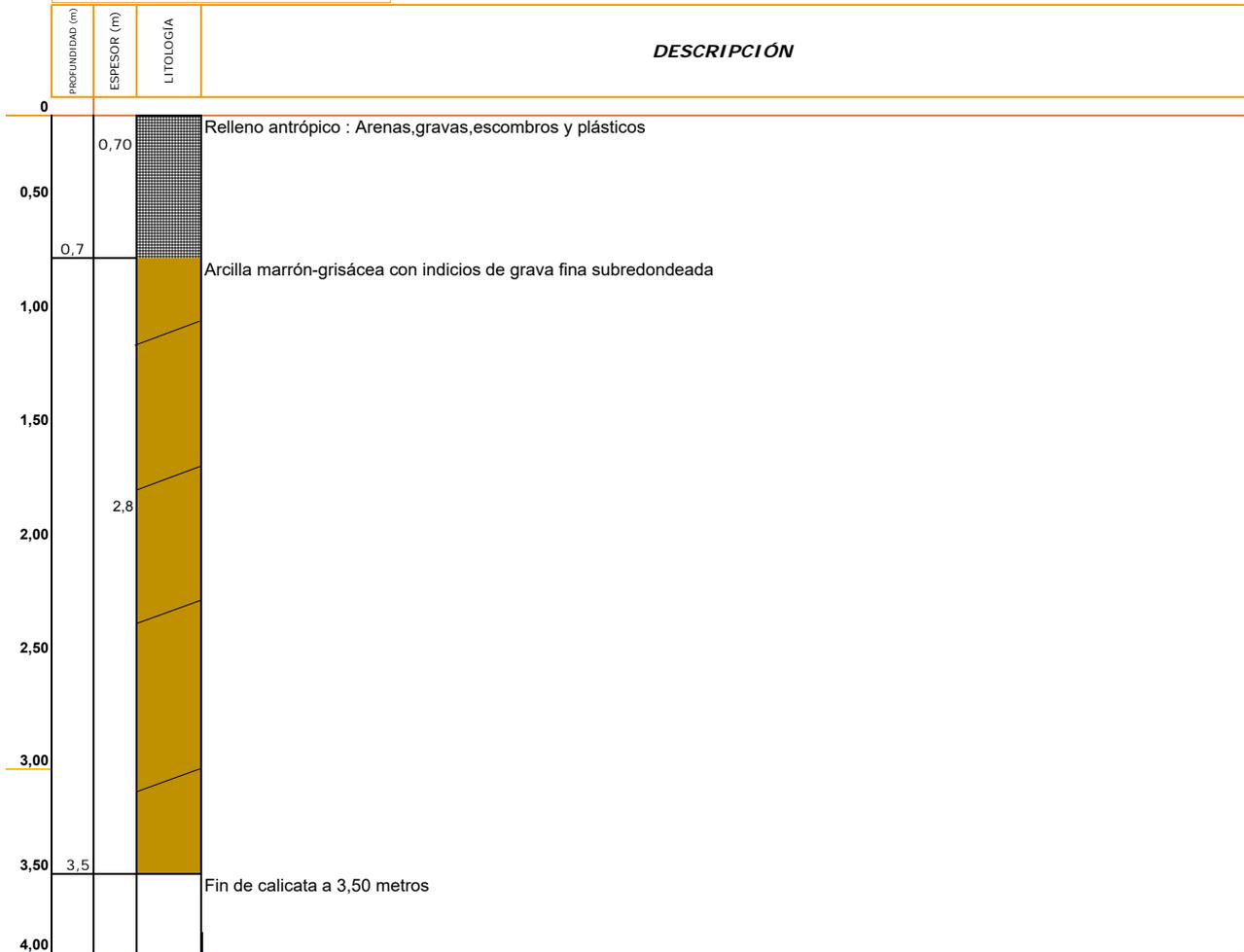
 Obra: Sala de duelo en El Palmar de Troya,
 Sevilla

Peticionario: Diputación de Sevilla

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2019/2424	11572	19AT175	C-1	24/10/2019

Coordenadas: X (m): Y (m): Z(m):


 Responsable de Ensayos GTC
 Daniel Paniagua Muñoz
 Lic. C.C. Geológicas N° Col. 326

 Director Técnico
 Ana Belén Pin Puga
 Ing. Tec. Química Industrial N° Col. 2313

**ANEJO 5:
DIAGRAFIAS DE LOS ENSAYOS DE
PENETRACIÓN DINÁMICA**

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con N° AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Ud. Ensayo de penetración dinámica superpesado (DPSH) de 0 a 10 m, s/norma UNE-EN ISO 22476-2-2008

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2425	11572	175	.2019/175	19/11/2019

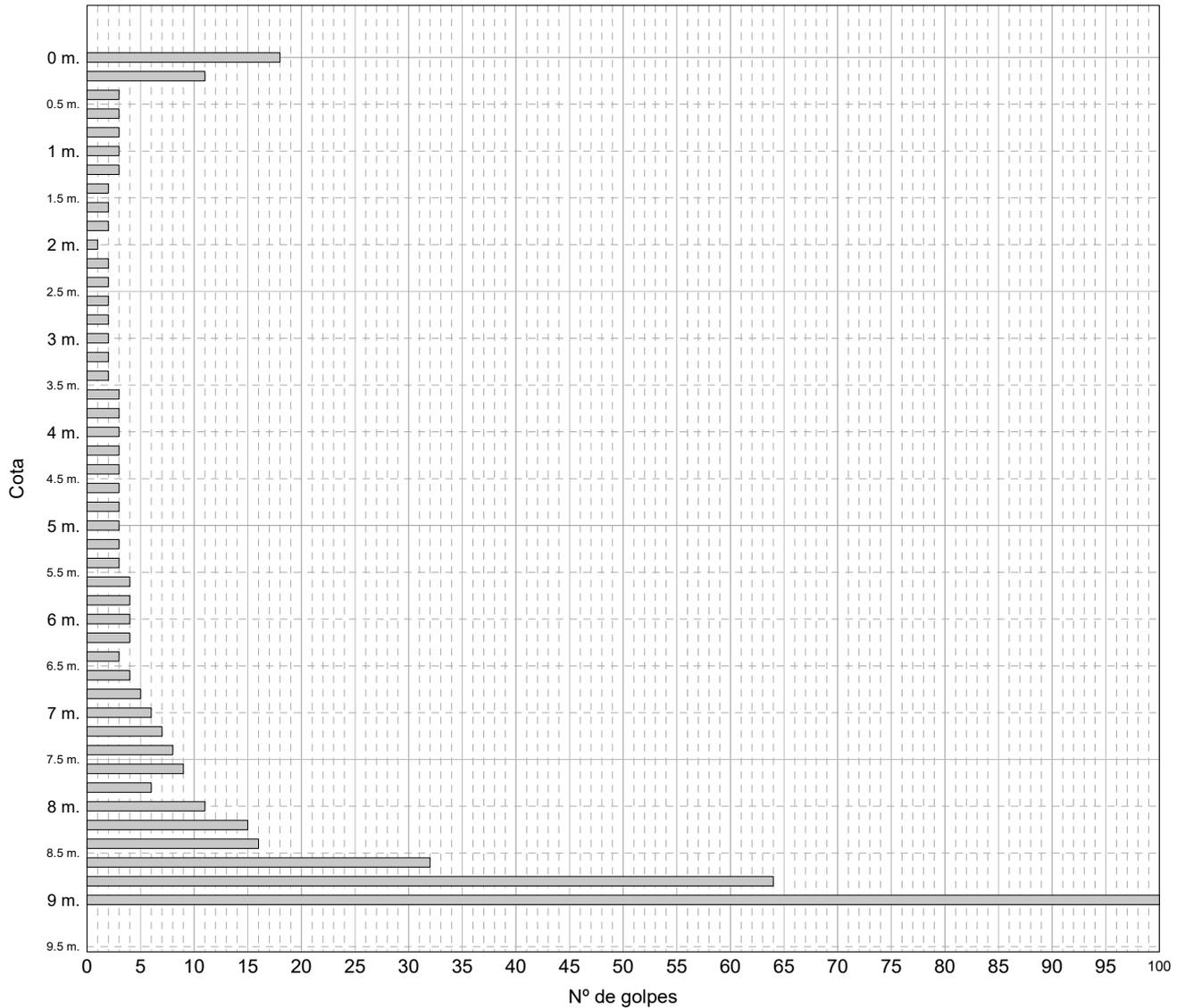
RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH

Ref.Ensayo: P1

Fecha ejecución: 07/10/2019



Profundidad alcanzada: 9.00 m.

CARACTERÍSTICAS EQUIPO DE PENETRACION

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90°

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
 Lic. CC. Geológicas N° Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313

Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con N° AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Ud. Ensayo de penetración dinámica superpesado (DPSH) de 0 a 10 m, s/norma UNE-EN ISO 22476-2-2008

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2426	11572	175	.2019/175	19/11/2019

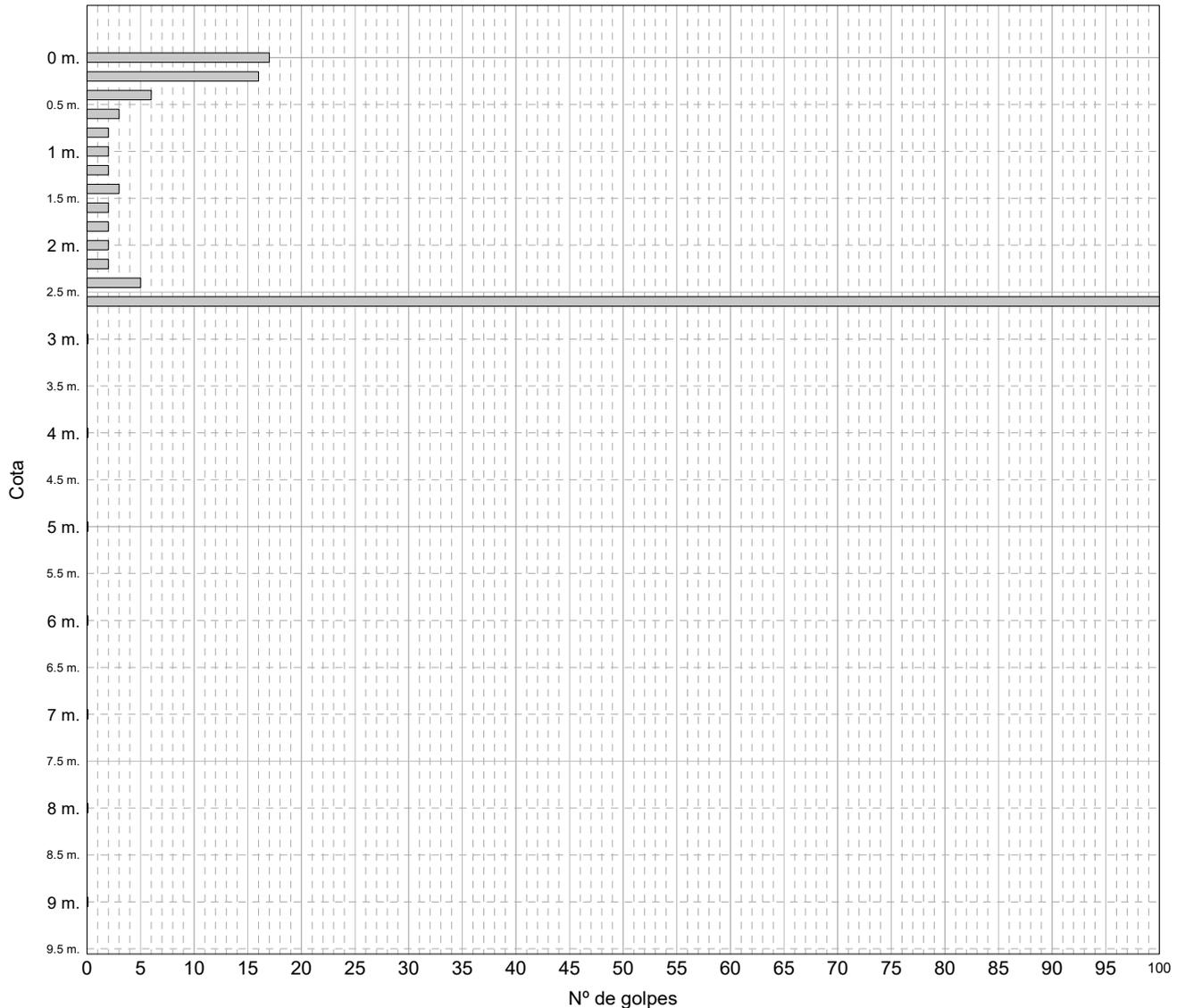
RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH

Ref.Ensayo: P2

Fecha ejecución: 07/10/2019



Profundidad alcanzada: 9.00 m.

CARACTERÍSTICAS EQUIPO DE PENETRACION

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90°

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
 Lic. CC. Geológicas N° Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313

Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con N° AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Ud. Ensayo de penetración dinámica superpesado (DPSH) de 0 a 10 m, s/norma UNE-EN ISO 22476-2-2008

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2427	11572	175	.2019/175	19/11/2019

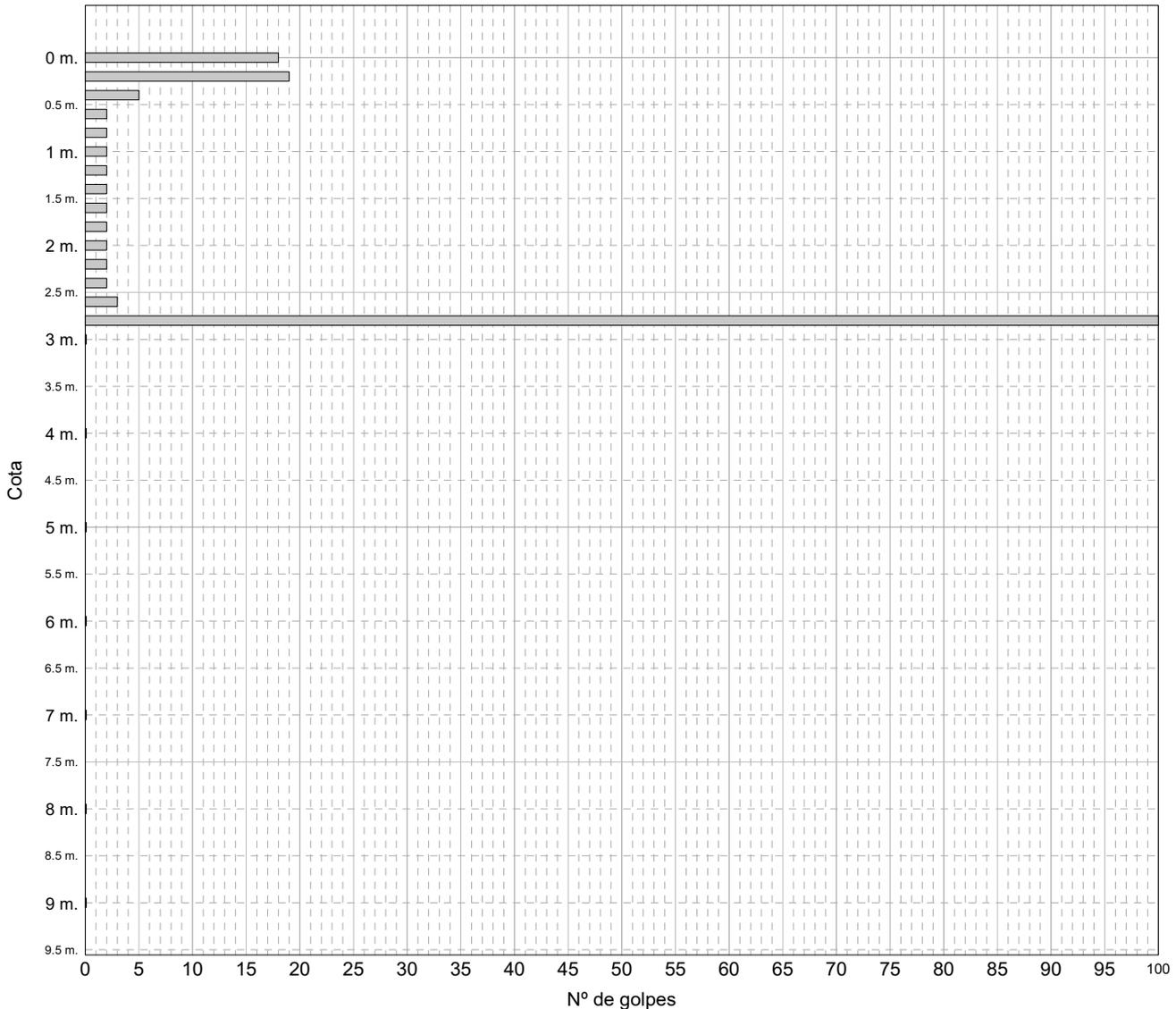
RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH

Ref.Ensayo: P3

Fecha ejecución: 07/10/2019



Profundidad alcanzada: 9.00 m.

CARACTERÍSTICAS EQUIPO DE PENETRACION

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90°

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
 Lic. CC. Geológicas N° Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313

Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ANEJO 6: ENSAYOS DE LABORATORIO

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con N° AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis de Aguas, s/norma EHE 2008

Obra: Salas de duelos
Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2269	11572	175	.2019/524	28/10/2019

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1 (2,0) m

Análisis de Aguas S/EHE 2008	
Determinación del pH. Método Potenciométrico s/ UNE 83.952	
pH	7.80

Determinación del contenido de ióxido de Carbono Agresivo s/ UNE-EN 13.577	
Dióxido Libre	mg/l 2.2

Determinación del ión Amonio s/ UNE 83.954	
Amonio	mg/l 0.5

Determinación del contenido en ión Magnesio s/ UNE 83.955	
Magnesio	mg/l 41.3

Determinación del ión Sulfatos s/ UNE 83.956	
Sulfatos	mg/l 382.7

Determinación del Residuo Seco s/ UNE 83.957	
Residuo Seco	mg/l 1600.0

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313



Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313



Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101/95
 Determinación de los Límites Atterberg de un suelo por el método del aparato de Casagrande, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

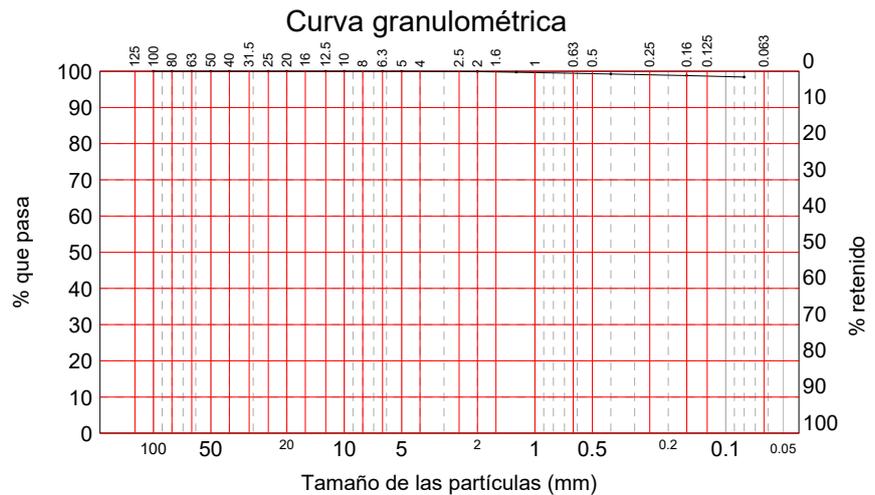
Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2381	11572	175	.2019/536	14/11/2019

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (1,0 - 1,60) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	100
1.25	100
0.4	99
0.16	99
0.08	98.4



Límites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Límite Líquido	81.6
Límite Plástico	40.6
INDICE DE PLASTICIDAD	41.0
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	
Indice de Grupo	52
Clasificación SUCS	MH
Clasificación HRB	A-7-6

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Tlf : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con N° AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo para calcular la Presión de Hinchamiento de un suelo en edómetro, s/norma UNE 103-602/96

Obra: Salas de duelos
Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2382	11572	175	.2019/536	14/11/2019

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (1,0 - 1,60) m

Presión de Hinchamiento S/UNE 103-602/96		
Humedad Inicial	%	30.81
Humedad Final	%	33.19
Densidad de la Probeta	g/cm ³	1.88
Presión de hinchamiento	Kp/cm ²	0.18

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313


Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313


Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de Corte Directo, s/norma UNE 103-401/98

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

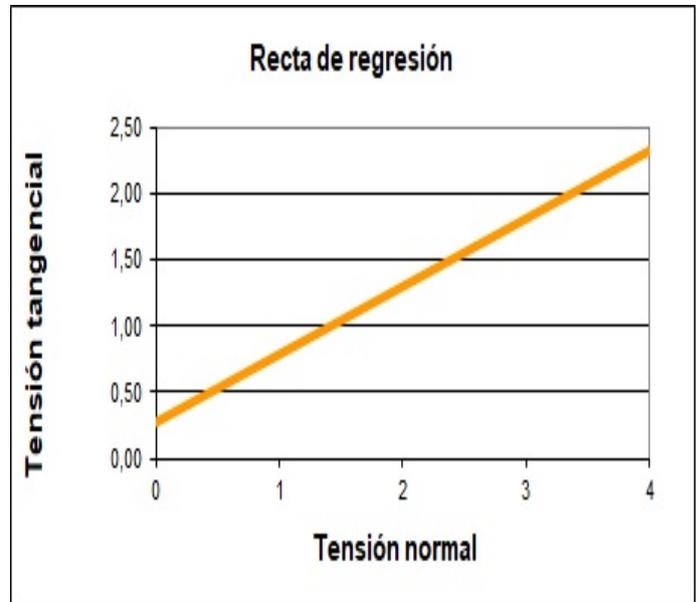
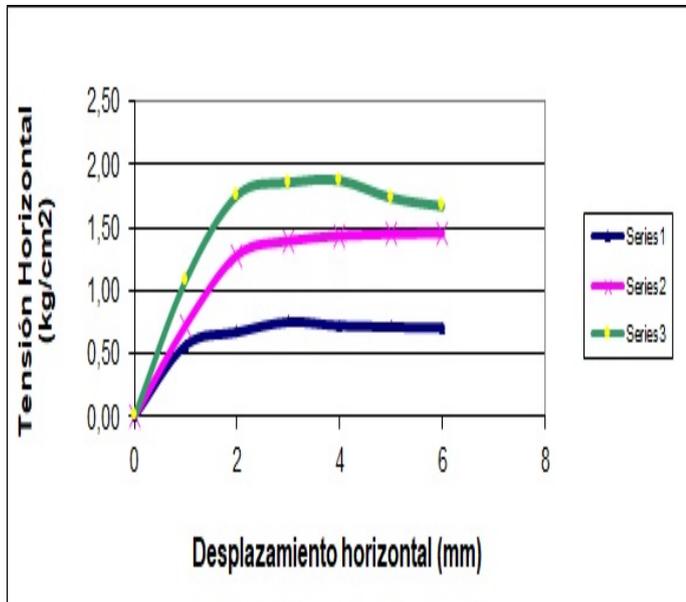
Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2383	11572	175	.2019/536	14/11/2019

Muestra: SR-1, MI-1 (1,0 - 1,60) m

RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo de Corte directo de suelos S/UNE 103-401/98				
Tipo de Ensayo		CD		
Velocidad de Corte	mm/min	0.05		
Probeta Nº		1	2	3
Tensión Normal máxima	Kg/cm ²	1	2	3
Tensión Tangencial máxima	Kg/cm ²	0.71	1.45	1.74
Humedad Inicial	%	31.81	32.03	31.21
Humedad Final	%	34.27	32.50	30.52
Densidad Seca Inicial	g/cm ³	1.41	1.39	1.40
Densidad Seca Final	g/cm ³	1.38	1.38	1.41
Ángulo Rozamiento Interno	°	27		
Cohesión	Kg/cm ²	0.28		



Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Tlf : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con N° AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo,
 s/norma UNE 103 400/93

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

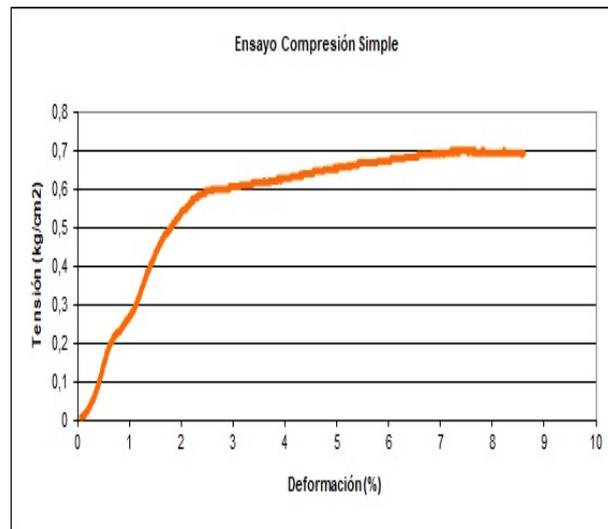
Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2384	11572	175	.2019/536	14/11/2019

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (1,0 - 1,60) m

Compresión Simple S/UNE 103 400/93		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11.8
Diámetro	cm	5.9
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	30.40
Humedad zona de rotura	%	32.06
DENSIDAD		
Densidad Seca	g/cm ³	1.43
RESULTADOS		
Resistencia	Kg/cm ²	0.7
Deformación	%	7.49



Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313

Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313

Tlf : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101/95
 Determinación de los Límites Atterberg de un suelo por el método del aparato de Casagrande, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

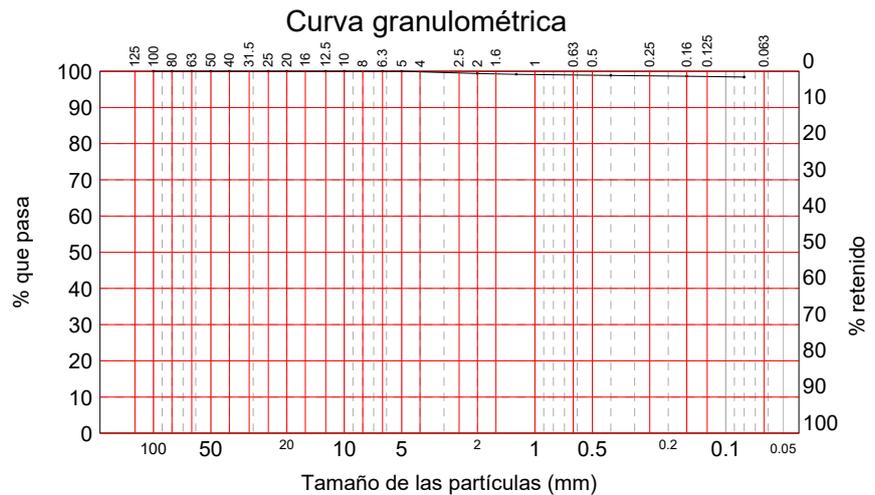
Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2386	11572	175	.2019/537	14/11/2019

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-1 (1,0 - 2,20) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	99
1.25	99
0.4	99
0.16	99
0.08	98.4



Límites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Límite Líquido	79.9
Límite Plástico	37.4
INDICE DE PLASTICIDAD	42.5
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	
Indice de Grupo	52
Clasificación SUCS	CH
Clasificación HRB	A-7-6

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Tlf : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Determinación de la Acidez de Baumann Gully, s/norma UNE 83962:2008
 Determinación del contenido del ion sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2387	11572	175	.2019/537	14/11/2019

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-1 (1,0 - 2,20) m

Acidez de Baumann Gully S/UNE 83962:2008		
Acidez de Baumann-Gully	ml/kg	Inapreciable

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	Inapreciable

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313



Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313



Tif : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
 Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101/95
 Determinación de los Límites Atterberg de un suelo por el método del aparato de Casagrande, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: Salas de duelos
 Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

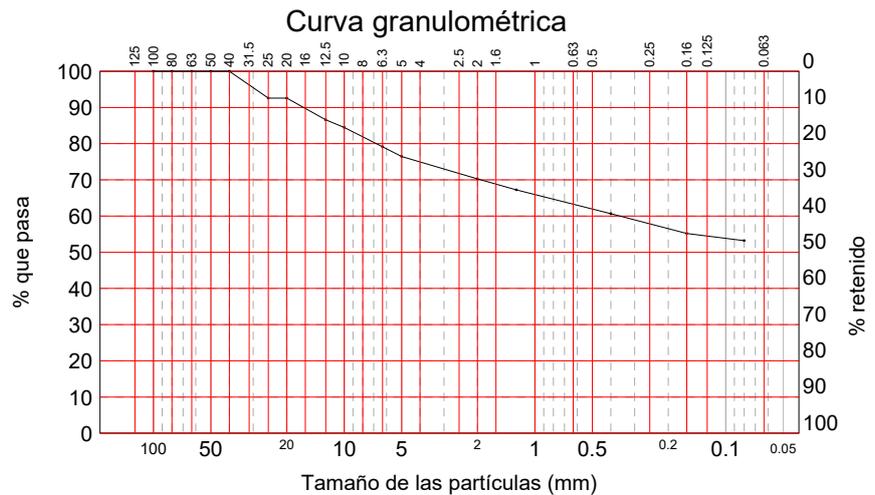
Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2388	11572	175	.2019/538	14/11/2019

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-3 (6,0 - 6,08) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	93
20	93
12.5	87
10	84
6.3	79
5	76
2	70
1.25	67
0.4	61
0.16	55
0.08	53.2



Límites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Límite Líquido	26.5
Límite Plástico	17.7
INDICE DE PLASTICIDAD	8.8
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	
Indice de Grupo	2
Clasificación SUCS	CL
Clasificación HRB	A-2-6

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
 P.I. Cantarranas 27
 11640 Bornos, Cádiz
 www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
 Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Tlf : 956 729026
 Fax : 956 729034
 Móvil : 615 521102
 central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la
Construcción con N° AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del ion sulfatos en suelo, s/norma
UNE 83963:2008

Obra: Salas de duelos
Dirección: , El Palmar de Troya, Sevilla

Peticionario: Diputación de Sevilla

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2019/2389	11572	175	.2019/538	14/11/2019

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-3 (6,0 - 6,08) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	Inapreciable

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial N° Col. 2313

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ANEJO 7: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Sondeo: 175S1



Penetrómetro: 175P1



Penetrómetro: 175P2



Penetrómetro: 175P3



Caja: 175T1



Caja: 175T1A



Caja: 175T1B



ANEJO 8:

**DOCUMENTACIÓN CONFORME AL
RD 1000/2010, 5 de Agosto**

En conformidad con el R.D 1000/2010 de 5 de Agosto, el visado del estudio geotécnico deja de ser obligatorio. En sustitución al visado, se le adjunta la documentación necesaria, que certifica que los técnicos redactores del proyecto, están colegiados y habilitados para la realización del estudio geotécnico que se le presenta, y que forman parte de la plantilla de la empresa Arcotierra, S.L, acreditada desde el 22 de Junio de 2004, por la Consejería de Obras Públicas y Transportes en las áreas de geotecnia y mecánica de suelos (GTC y GTL).

La documentación aportada es:

1. Certificación de colegiación del técnico redactor y del técnico revisor del estudio geotécnico.
2. Certificación de la habilitación del técnico redactor y del técnico revisor del estudio geotécnico.

Los técnicos redactores de este estudio geotécnico son:

- Cristina Gómez Garci



Fdo. Francisco Rodríguez Cañas
Gerente

D. JOSÉ DANIEL LISO MARTÍN, Secretario del ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS DE ANDALUCÍA, a instancia del interesado, expide el presente **CERTIFICADO DE HABILITACIÓN PROFESIONAL Y COLEGIACIÓN**, siendo:

Que consultado los archivos y registros de este Colegio Profesional aparece que D^a. **CRISTINA GÓMEZ GARCI**, con DNI nº 75788417J, colegiada en esta corporación, dispone del título académico oficial de **LICENCIADA EN GEOLOGÍA**, expedido por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada, en fecha de 4 de febrero de 2007, inscrito en el Registro Nacional de Títulos con el nº 2007/136286, que le habilita conforme a las disposiciones legales vigentes para el ejercicio de la actividad profesional de la Geología, sin que conste en los archivos colegiales hechos o circunstancias impeditivas o inhabilitantes para el ejercicio de la profesión de Geóloga y que así se haya podido acordar por resolución judicial o corporativa firme.

Igualmente se encuentra colegiada a fecha de hoy en este Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de Andalucía con el número **891**.

Lo que así se certifica en la ciudad de Sevilla, a 6 de mayo de 2020.




José Daniel Liso Martín
SECRETARIO DEL ICOGA

El presente certificado de habilitación profesional y colegiación, no es sustitutivo de visado por este colegio profesional, y por tanto los documentos suscritos por los colegiados no garantizan todas las obligaciones derivadas del interés público.