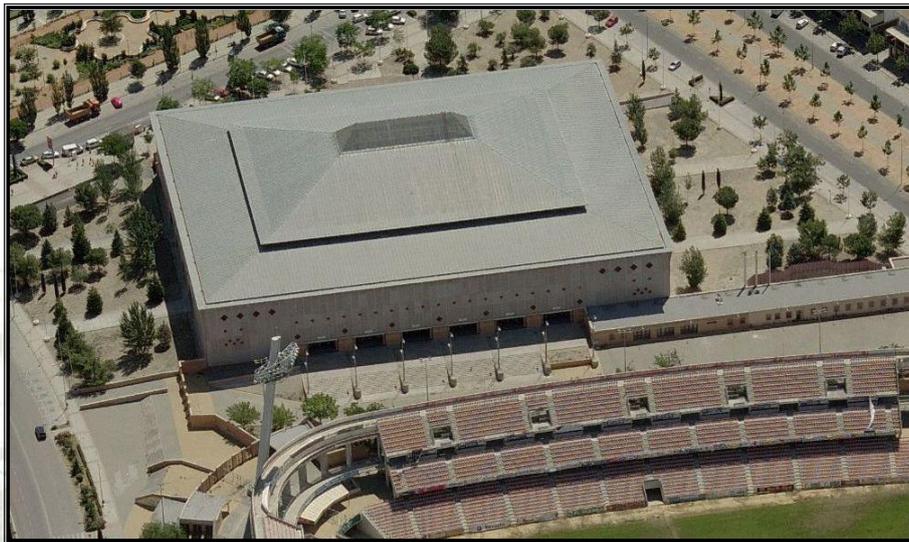




Laboratorio  
inscrito en el Reg. de  
Laboratorios de  
ensayos y de  
entidades de control  
de la construcción y  
obra pública de  
Andalucía  
(Nº Reg. AND-L-187)

 **geotema**®  
GEOTECNIA AVANZADA



---

---

## **ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

**REDONDO Y TRUJILLO ARQUITECTOS S.L.P.**

**MARQUESINA**

**PALACIO DE DEPORTES DE GRANADA (GRANADA)**

## INDICE

<b>1. CONDICIONES PRELIMINARES.....</b>	<b>4</b>
<b>2. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA PARCELA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA REALIZADOS.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. TRABAJOS DE CAMPO (con maquinaria geotécnica especializada).....</b>	<b>9</b>
3.1.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE SONDEO A ROTACIÓN.....	11
3.1.2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS S.P.T.....	12
3.1.3. ENSAYOS DE PENETRACION DINÁMICA TIPO “DPSH”.....	13
3.1.4. MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO .....	14
<b>3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO.....</b>	<b>15</b>
<b>4. INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2. NIVELES GEOTÉCNICOS (caracterización estratigráfica-geomecánica).....</b>	<b>20</b>
<b>4.3. CARACTERÍSTICAS SISMORRESISTENTES DE LA ZONA.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4. AGRESIVIDAD (ambiente de exposición y hormigón recomendable para cimentaciones)</b>	<b>32</b>
<b>4.5. ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>5. CONDICIONANTES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....</b>	<b>46</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>
<b>6.1. CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS</b>	
<b>6.2. PERFIL GEOLÓGICO DE LA PARCELA</b>	
<b>6.3. ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA</b>	
<b>6.4. ACTA DE SONDEO GEOTÉCNICO DE RECONOCIMIENTO</b>	
<b>6.5. REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>	
<b>6.6 ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	

## RESUMEN DE DATOS GEOTÉCNICOS PARA PROYECTO

Generalidades	<b>MARQUESINA</b>
Peticionario	<b>REDONDO Y TRUJILLO ARQUITECTOS S.L.P.</b>
Número de Sondeos	<b>1 sondeo geotécnico a rotación con toma de muestras 2 sondeos de penetración dinámica tipo DPSH hasta rechazo.</b>
Descripción de los terrenos:	<b>De 0,00 m a 0,40-0,60 m: SOLERA DE HORMIGÓN. (Nivel 1). De 0,40-0,60 m hasta 6,45 m: DEPÓSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENO LIMOSA DE TONO MARRÓN GRISÁCEA CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS (Nivel 2).</b>

Resumen parámetros geotécnicos:	<i>Estrato previsto para cimentar</i>	<b>GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENO LIMOSA DE TONO MARRÓN GRISÁCEA CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS (NIVEL GEOTÉCNICO 2)</b>
	<i>Nivel freático</i>	<b>No se detecta a la profundidad investigada</b>
	<i>Tipo de Hormigón</i>	<b>Común (según Código Estructural)</b>
	<i>Coefficiente sísmico C</i>	<b>1,41</b>

**Tipo de cimentación:**

**1. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE ZAPATAS CORRIDAS SOBRE MEJORA GEOTÉCNICA APOYADA EN EL NIVEL 2.**

	<b>Q. adm (kp/cm<sup>2</sup>)</b>	
	<b>Largo de la cimentación (m)</b>	
	<b>13,92</b>	<b>88,30</b>
<b>Ancho de la cimentación (m)</b>		
<b>1,80</b>	<b>2,06</b>	<b>2,06</b>
<b>2,00</b>	<b>1,98</b>	<b>1,98</b>
<b>2,50</b>	<b>1,84</b>	<b>1,84</b>

## 1.- CONDICIONES PRELIMINARES

Geotécnia Avanzada de los Materiales S.L. (GEOTEMA) realiza el presente estudio geotécnico a petición de la empresa **REDONDO Y TRUJILLO ARQUITECTOS S.L.P.**, con el fin de caracterizar geotécnicamente el terreno que ha de sustentar la cimentación para una marquesina que se prevé construir en las instalaciones del Palacio de Deportes de Granada.

La zona de estudio se ubica en el Palacio de Deportes de Granada, perteneciente a la ciudad de Granada, provincia de Granada.

Se incluyen además en este informe los datos que han de servir para establecer las soluciones de cimentación más acordes con el proyecto previsto, en base a los trabajos y estudios geotécnicos realizados.

Las conclusiones a las que se llega en este informe, constituyen una extrapolación al conjunto de la zona de estudio deducida de ensayos puntuales, representativos del estado actual del terreno en la época de ejecución de los ensayos, pudiendo existir variaciones de carácter antrópico a posteriori que modifiquen las condiciones del subsuelo.

Para la realización de los trabajos de campo, de laboratorio y de redacción del informe, se han seguido una serie de pautas que enumeramos de forma muy somera:

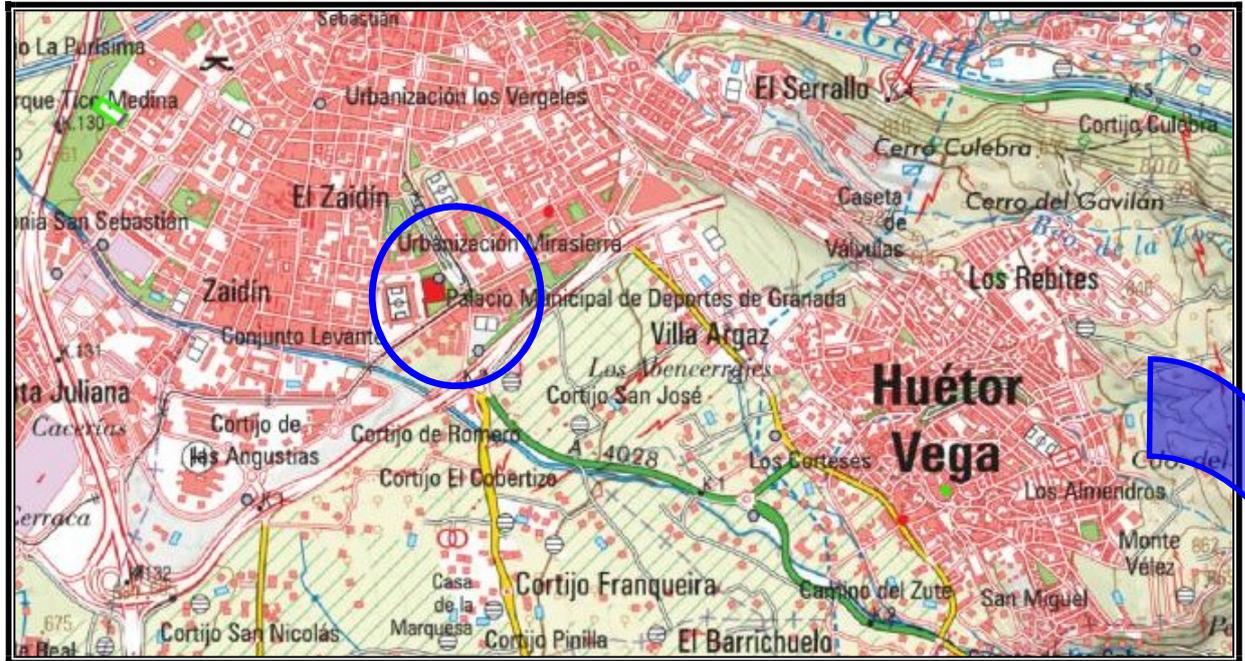
1. A partir de los datos que suministra el cliente sobre la futura actuación constructiva, se elabora un presupuesto sobre la campaña geotécnica requerida para el conocimiento de las propiedades del subsuelo.
2. Una vez elaborado el presupuesto, comienza la primera fase del estudio de trabajos de campo, reconociendo sobre el terreno cualquier dato de interés para la elaboración del futuro informe, labor realizada por técnico especialista (geólogo). A su vez se hace la distribución y realización de los diferentes ensayos geotécnicos, sondeos, penetros, etc, sobre el terreno, atendiendo a la implantación de las futuras construcciones y a las cargas esperadas.
3. La segunda fase del estudio comienza con los ensayos de laboratorio complementándose la información geotécnica recogida en el campo, con los datos de laboratorio.
4. La última fase del estudio comprende a la redacción de la memoria en la que se integran todos los datos del estudio, se definen los niveles geotécnicos existentes, y se efectúan recomendaciones de cimentación de acuerdo al proyecto.

## 2.- LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

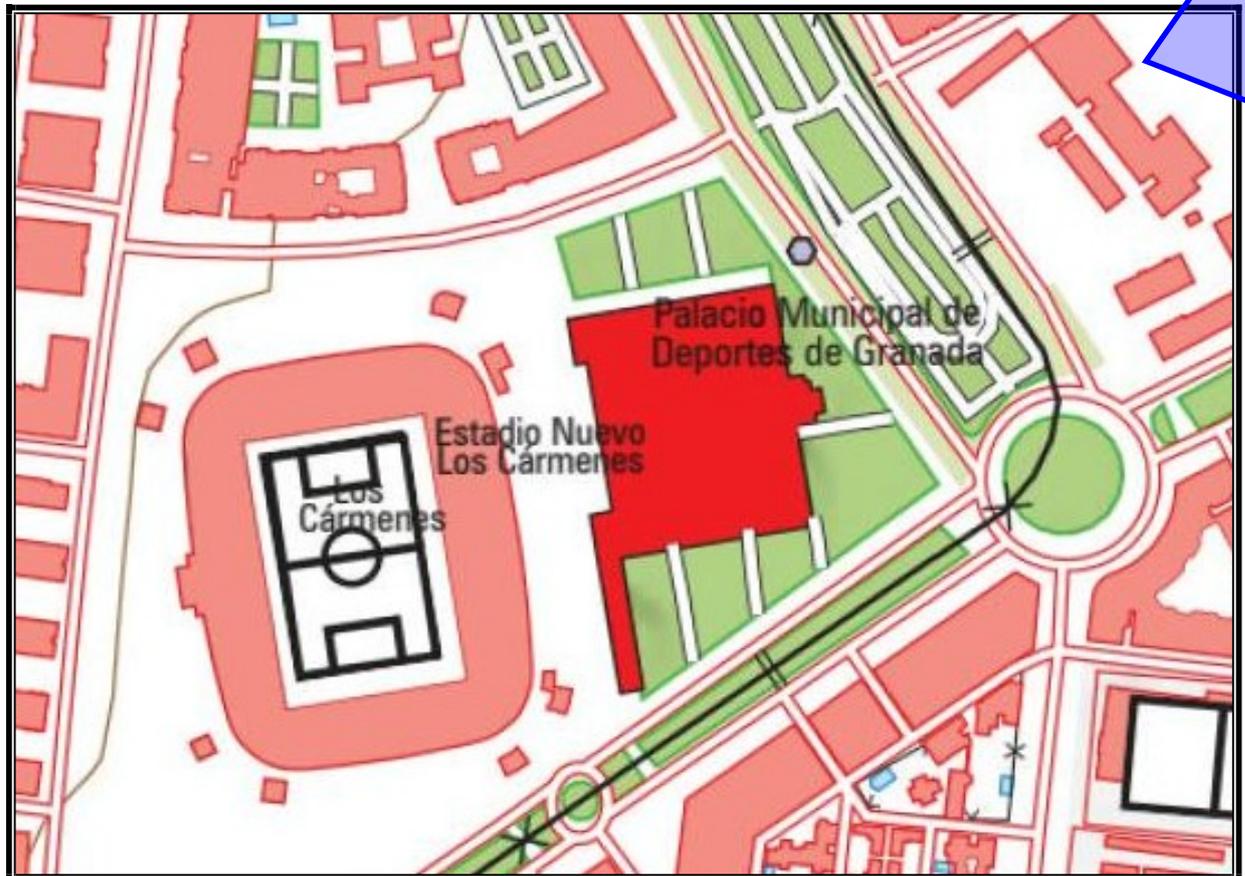
La zona de estudio se ubica en el Palacio de Deportes de Granada, perteneciente a la ciudad de Granada, provincia de Granada.

Las características más destacables de la zona de estudio son:

- Se prevé construir una marquesina en la entrada occidental del Palacio de Deportes de Granada.
- La zona de estudio presenta un nivel 1 de Solera de hormigón, con un espesor de entre 0,40-0,60 m.
- Tras el nivel 1 se reconoce un nivel 2 de Depósitos aluviales cuaternarios representados por una alternancia de tramos granulares con tramos cohesivos, observándose un predominio de Grava y gravilla en matriz areno limosa de tono marrón grisácea con intercalaciones de tramos cohesivos, representado por una Arcilla limosa de tonos marrones con grava.
- El nivel presenta una consistencia entre “**Blanda-Media**” en los tramos cohesivos y una compacidad entre “**Media-Muy compacta**” en los tramos de carácter granular, valores indicativos de un nivel de naturaleza heterogénea en cuanto a su comportamiento geotécnico.
- En base a los ensayos de campo el tramo cohesivo se detecta desde una profundidad de techo de entre 1,00-1,70 m hasta una profundidad de base de entre 2,00-2,70 m.
- Cabe destacar el ensayo de penetración DPSH-2, donde se reconoce el tramo cohesivo de carácter blando, con valores de golpeo de incluso N=2, más próximo a la superficie. En esta zona se deberá sanear y realizar una mejora geotécnica, con el fin de homogenizar la superficie de apoyo y mejorar la capacidad del terreno.
- No se reconocen rezumes de agua ni zonas encharcadas en superficie.
- No se detecta nivel freático a la profundidad reconocida en los ensayos de campo.
- La zona de estudio limita al E con el edificio del Palacio de Deportes de Granada y el resto de sus márgenes colindan con las instalaciones exteriores del mismo.



Situación de la parcela



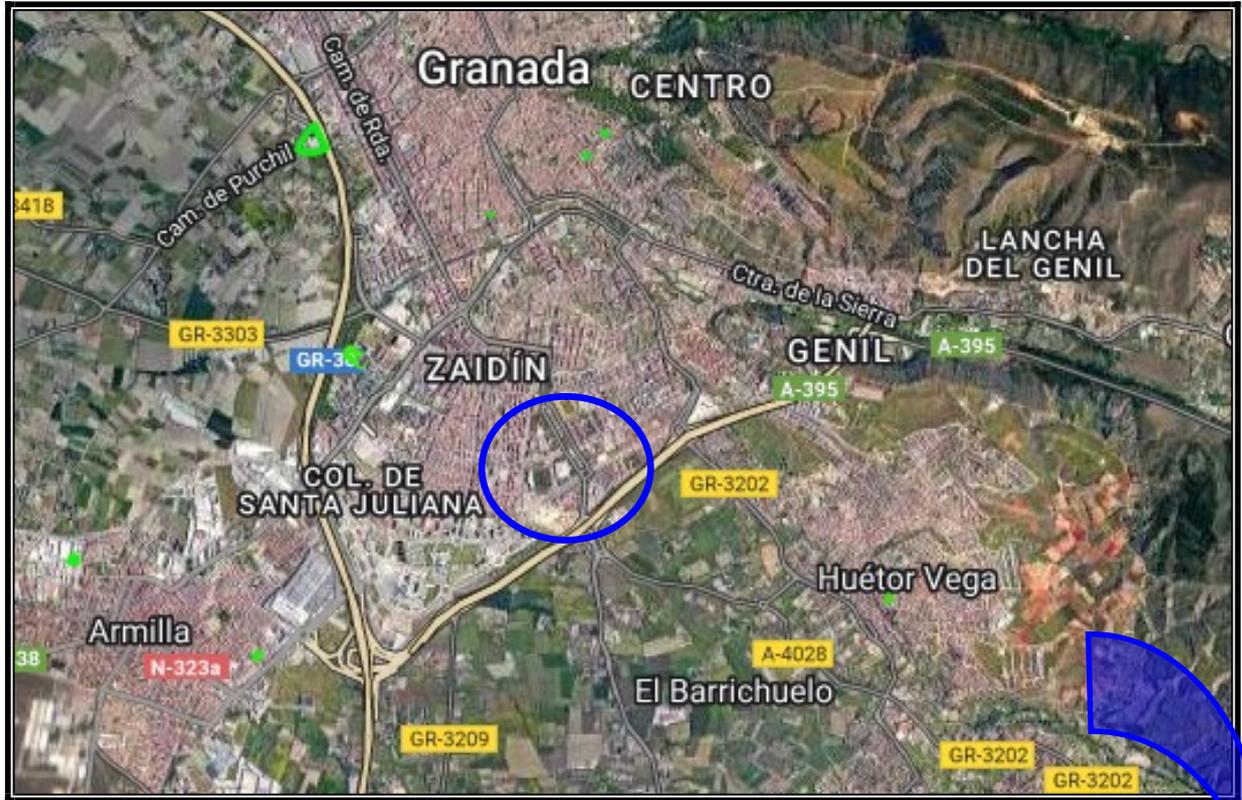
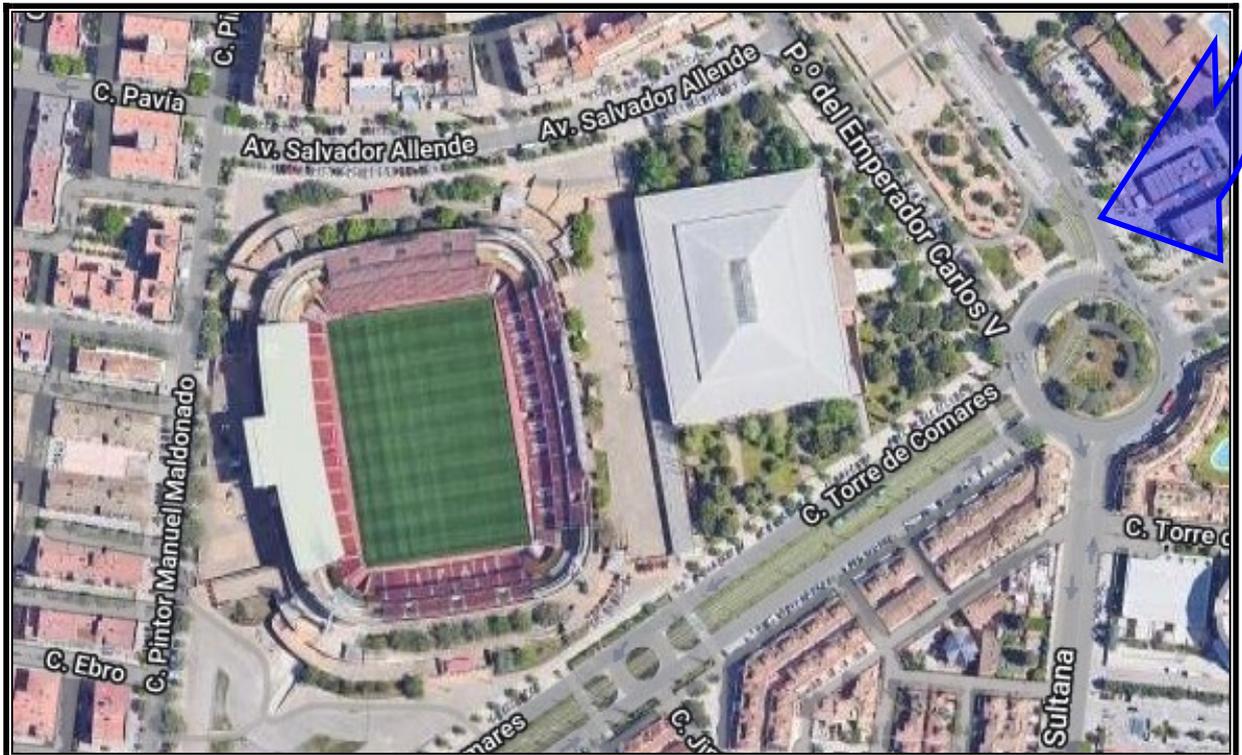
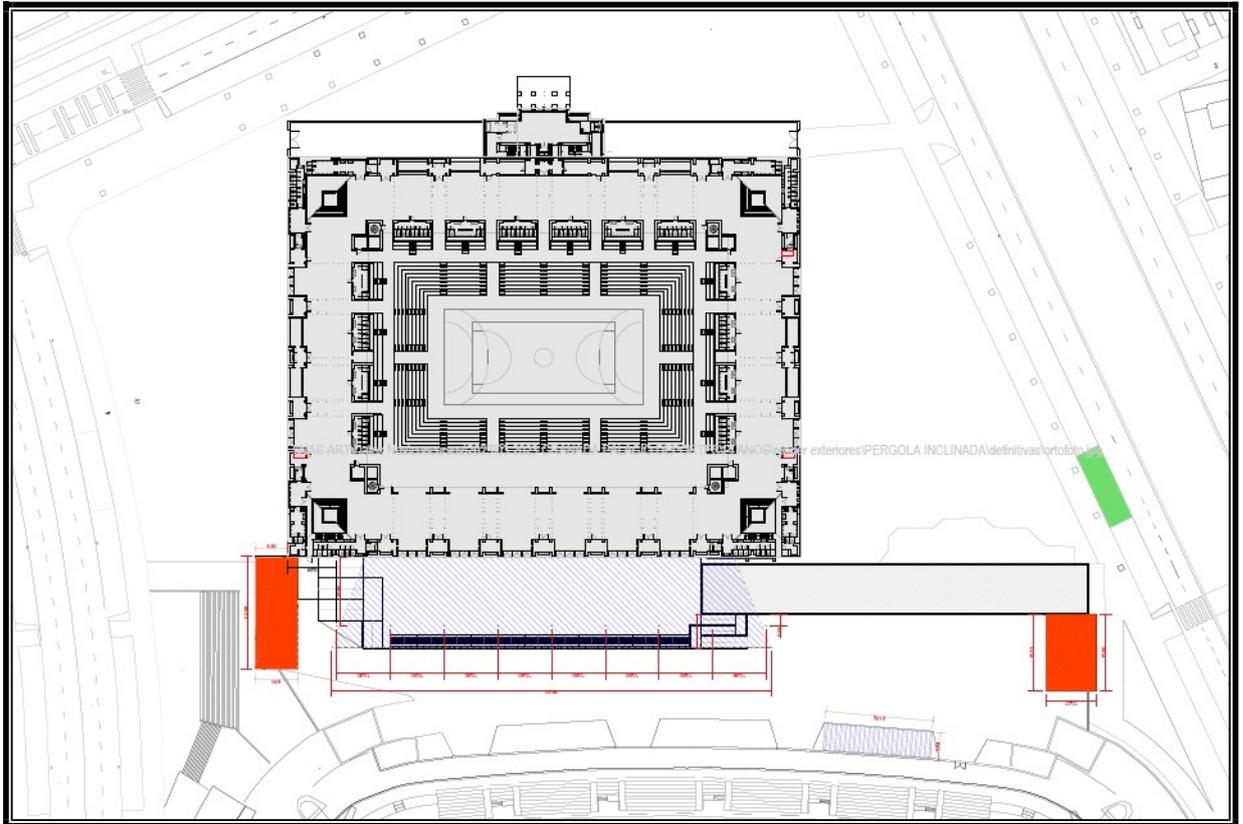


Foto aérea de localización de la parcela





**Plano del proyecto**



**Vista en 3D de la zona de estudio**

### 3.- TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA REALIZADOS

#### 3.1.- TRABAJOS DE CAMPO (con maquinaria geotécnica especializada)

Las investigaciones in situ constituyen la parte esencial de los estudios geológico-geotécnicos necesarios para el proyecto y construcción de cualquier obra civil. De ellos se obtienen los parámetros y propiedades que definen las condiciones del terreno donde se realizarán los proyectos constructivos, cimentaciones, excavaciones, etc.

Los trabajos de campo realizados para el reconocimiento del subsuelo de este solar han consistido en la ejecución de los siguientes ensayos:

		CANTIDAD	PROFUNDIDAD
SONDEO GEOTÉCNICO A ROTACIÓN		S-1	6,45 m
	S.P.T.	S.P.T.-1	1,80-2,25 m
		S.P.T.-2	4,00-4,45 m
		S.P.T.-3	6,00-6,45 m

		CANTIDAD	PROFUNDIDAD
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA "DPSH-B"		DPSH-1	3,60 m (Rechazo)
		DPSH -2	2,80 m (Rechazo)

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con maquinaria y personal especializado, siguiendo pautas y procedimientos normalizados, siempre bajo control y supervisión de un profesional técnico.

El objetivo general de las investigaciones in situ es conocer y cuantificar las condiciones del terreno que puedan afectar a la viabilidad, diseño y construcción de una obra o estructura.

En función de la dimensión y naturaleza del proyecto los estudios geológico-geotécnicos y por tanto las investigaciones, deberían alcanzar los siguientes objetivos:

- Establecer la viabilidad del lugar o emplazamiento en función de las condiciones geológicas, geotécnicas y geoambientales.
- Seleccionar los emplazamientos más favorables bajo las citadas condiciones.
- Identificar los problemas de inestabilidad del terreno y los riesgos geológicos.
- Determinar las propiedades geotécnicas necesarias para el diseño y construcción de las estructuras.

Los resultados de las investigaciones in situ representan un punto crítico para la estimación del coste de un proyecto constructivo. Una parte sustancial, frecuentemente más de la mitad, de los incrementos de coste en la obra civil se debe a la insuficiencia de investigaciones en los estudios geológico-geotécnicos, estimándose que al menos un tercio de los proyectos sufren demoras por esta causa, destacando la inadecuada planificación de las investigaciones geotécnicas y la correcta interpretación de las mismas.

Por otro lado existe una predisposición a considerar no rentable la inversión en investigaciones in situ, dedicándose en general presupuestos insuficientes. De aquí la incertidumbre a la que se llega a la construcción y los sobrecostes y demoras en la misma.

No hay reglas definidas para estimar cual debe ser el presupuesto adecuado para investigaciones geotécnicas, ya que cada proyecto tiene sus particularidades, dependiendo no solo del tipo y magnitud de la obra, sino de la complejidad de las condiciones geológicas en las que se desarrolla y sus incidencias durante la construcción. De forma orientativa, para obras importantes el presupuesto debería ser del 15-20 % del coste del proyecto, y del orden del 10 % o inferior para proyectos menos importantes. Si la complejidad geológica y su incidencia en obra, es alta, los anteriores porcentajes pueden verse superados.

Seguidamente pasamos a describir el fundamento teórico y el método operatorio de cada uno de los ensayos geotécnicos realizados:

### 3.1.1.- PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS A ROTACIÓN

Un sondeo mecánico a rotación es una perforación del terreno de pequeño diámetro (65-140mm) cuya finalidad es obtener información sobre los materiales o rocas que subyacen en ese punto.

Durante la ejecución de la perforación, la extracción del testigo se alterna con la ejecución de ensayos geotécnicos como la toma de muestras inalteradas o ensayos de penetración asurado "SPT".



Las sondas son maquinarias de motricidad autónoma o más generalmente montadas sobre camión, cuyo funcionamiento generalmente es de tipo hidráulico, encontrándose constituida por un grupo generador (o toma de fuerza), una torre con una cabeza de rotación y una bomba de lodos para refrigeración de las coronas de corte. Adicionalmente cuentan con sistemas manuales o automáticos para la ejecución de ensayos de penetración y del material auxiliar para la perforación.

De los elementos auxiliares cabe destacar la batería de perforación, como un tubo hueco donde se aloja el testigo de suelo que es cortado por una corona de vidia o diamante, enroscada en el extremo inferior de la batería. En la parte superior de la misma va enroscado el varillaje, generalmente de 42 o 50 mm (hueco), para permitir que pase el agua proveniente de la bomba.

Para evitar desprendimientos del terreno en el interior del sondeo durante la ejecución de las distintas maniobras, suele procederse al revestimiento del mismo con tubería apropiada o se inyectan aditivos estabilizadores como polímeros o lodos bentoníticos.

### 3.1.2.- PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS S.P.T.

Para determinar el grado de resistencia del suelo que se va atravesando en la perforación del sondeo mecánico, se dispone del dispositivo de golpeo SPT, con el que se obtienen unos valores que se encuentran perfectamente normalizados (UNE 103800/92)

Antes de ejecutar el ensayo se debe proceder a la limpieza del fondo de la perforación procediendo seguidamente a la sustitución de la batería de perforación por un tomamuestras bipartido cuyo extremo inferior se dota de una “zapata” afilada que cortando al suelo lo introduce dentro de este tomamuestras de pequeño diámetro (51 mm de diámetro exterior y 35 mm de diámetro interior). Cuando los materiales atravesados son de naturaleza granular, grosera o rocosa, la obtención de una muestra con este ensayo es imposible. En estos casos, para realizar el ensayo se dispone de una puntaza cónica normalizada (puntaza ciega) que permite una correlación en la serie de golpes.

El número de golpes es de hasta 150 veces y pretende bajar o clavarse hasta 45 cm considerados en 3 tramos de 15 cm, 50 golpes como máximo por cada tramo de 15 cm. Más de 50 golpes en un tramo significa el rechazo y el ensayo se da por terminado.

El valor considerable de penetración para el S.P.T. es la suma de los golpes necesarios para atravesar los dos últimos tramos (“N<sub>SPT</sub>”), considerándose despreciables los valores del primer tramo que se entiende como penetración de asiento. En el caso en el que el ensayo se realice con una puntaza ciega, normalmente en terreno granulares gruesos, el valor “N” obtenido, se denomina N<sub>SPB</sub>, el cual debe correlacionarse para la obtención de N<sub>SPT</sub>,

Cuando se llega a los 50 golpes y no se han llegado a penetrar los 15 cm se habla de “Rechazo” = “R”.

Para la interpretación de los resultados de estos ensayos existen diferentes correlaciones con q<sub>u</sub> establecidas por diferentes autores.

CLASIFICACION DE SANGLERAT (1.967), HUNT (1.984)			
SUELOS COHESIVOS		SUELOS GRANULARES	
Nº GOLPES / 30 cm	CONSISTENCIA	Nº GOLPES / 30 cm	COMPACIDAD
0-2	Muy blanda	0-4	Muy suelta
3-5	Blanda	4-10	Suelta
6-15	Media	10-30	Media
16-25	Firme	30-50	Compacta
> 25	Dura	> 50	Muy compacta

### 3.1.3.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA “DPSH”

El ensayo de Penetración Dinámica Superpesada o “DPSH-B” se rige por la normativa UNE-EN ISO 22476-2:2008/A1:2014 y UNE-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014. Dicho ensayo no permite un reconocimiento directo de los materiales atravesados. Sin embargo, este ensayo permite conocer de manera muy aproximada y a través de correlaciones habituales los parámetros resistentes del suelo en un registro continuo.

Por si solos estos ensayos no permiten definir problemas geotécnicos, pero contrastados y correlacionados con sondeos y/o calicatas permiten acotar capas geotécnicamente diferentes, siendo muy interesantes para definir planos de cimentación que previamente han sido identificados con muestras procedentes de los ensayos de reconocimiento directo.

El comúnmente denominado “DPSH-B”, es un ensayo de penetración dinámica continuo que consiste en la hincada de una puntaza de sección circular de 50,5 mm de diámetro acoplada a un varillaje de 33 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm impactando sobre una cabeza o “yunque” rígidamente unido al varillaje.



La resistencia a la penetración se define como el nº de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm. designándose a este valor como  $N_{20}$ , representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpes obtenidos en función de la profundidad. El ensayo se da por terminado cuando se alcanza el rechazo R, que fijamos en un valor de  $N_{20} = 100$  golpes.

El registro continuo del terreno tiene la ventaja de detectar con claridad capas blandas o duras y de correlacionar a los diferentes niveles en base a similitudes del golpeo.

Los ensayos de penetración dinámica pueden presentarse en forma de resistencia dinámica o capacidad de carga del suelo según diferentes métodos o formulaciones, entre los cuales, los más comunes son los de los holandeses Hiley, Buisson, Achutegui.

CARACTERÍSTICAS DEL DPSH-B			
CAIDA	PESO	PUNTAZA	VARILLAJE
760 mm±10mm	63,5 kg±0,5 kg	Ø50,5 mm ± 0,5 mm	33 mm± 2 mm

### 3.1.4.- MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO

El nivel freático es un valor que no debe considerarse estable, ya que se encuentra condicionado por múltiples factores como el régimen hidrológico de precipitaciones, los aportes y extracciones artificiales (riegos y bombeos), etc., pudiendo ofrecer grandes oscilaciones en el tiempo que pueden o no repetirse anualmente.

No obstante y dada la importancia de este factor cuando se realiza un ensayo geotécnico, se presta la mayor atención posible a su acotación, debiéndose entender que la misma se refiere a la fecha de medición, pudiendo dar lugar a oscilaciones.

Para delimitar la cota del nivel freático se instalan tuberías piezométricas de PVC ranurado en sondeos o se dejan abiertas las calicatas durante un tiempo prudencial.

Cuando el espacio temporal ocurrido entre la ejecución de los ensayos y la emisión del informe permite realizar una o varias campañas piezométricas, se pueden observar las evoluciones de este nivel.

La campaña piezométrica realizada para la elaboración de este informe ha constado de las siguientes medidas:

ENSAYO	FECHA	NIVEL FREÁTICO (m)
S-1	30/08/2023	No se detecta
DPSH -1	30/08/2023	No se detecta
DPSH -2	30/08/2023	No se detecta

No obstante, y dado el predominio de tramos de carácter granular, estos niveles no deben considerarse estables. Por ello es recomendable realizar por parte de la dirección facultativa o la propiedad, una nueva medida de los niveles antes de comenzar los trabajos de excavación para la posterior ejecución de la cimentación.

### 3.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO (Ensayos de caracterización).

La caracterización geotécnica y geomecánica de las muestras de suelos y rocas se define a través del complemento que suministran los ensayos de laboratorio.

A no ser que el cliente solicite una información muy determinada, la programación de estos ensayos dispone de una supervisión técnica especializada que define lo más apropiado para cada tipo de suelo y para cada problema planteado.

Para la solución de este informe geotécnico y emisión de las pertinentes recomendaciones, se han tomado analizado muestras extraídas de la parcela de estudio. Seguidamente se enumeran junto con la normativa correspondiente a su procedimiento de ejecución:

ENSAYOS DE LABORATORIO	NUMERO DE ENSAYOS
Clasificación tipo de suelo ASTM	1
Análisis granulométrico por tamizado (UNE 103101/95)	1
Determinación de Límites de Atterberg (UNE 103103/94 y 103104/94)	1
Determinación de Sulfatos solubles en Suelos (UNE 103201/96-03)	1

#### **4.- INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

En este apartado se hace una detallada descripción de los materiales atravesados tanto desde del punto de vista geotécnico como geológico, disponiéndose de un encuadre geológico que de manera general caracteriza a la zona.

Para la elaboración de este apartado se contemplan y reúnen todos los ensayos realizados (de campo y laboratorio). Además se cuenta con los mapas e informaciones bibliográficas disponibles de la zona (mapas de riegos, mapas geológicos,...).

##### **4.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL**

La zona de estudio se encuentra en el sector central de las Cordilleras Béticas, en concreto en una franja NE-SW que separa materiales del Dominio Subbético (Zonas Externas), de las correspondientes al Bético (Zonas Internas).

Se encuentra ubicada en la Depresión de Granada, de naturaleza post-orogénica y edad comprendida entre el Cretácico Inferior y el Mioceno Medio, donde ocupan gran extensión los depósitos aluviales originados a partir de los ríos que accedían a la depresión de Granada procedentes de los relieves en erosión circundantes, de los que el más representativo es el Río Genil. Este relleno aluvial reciente se encuentra rodeado por materiales neógenos, a los que recubre, los cuales a su vez tienen como substrato los materiales béticos y subbéticos.

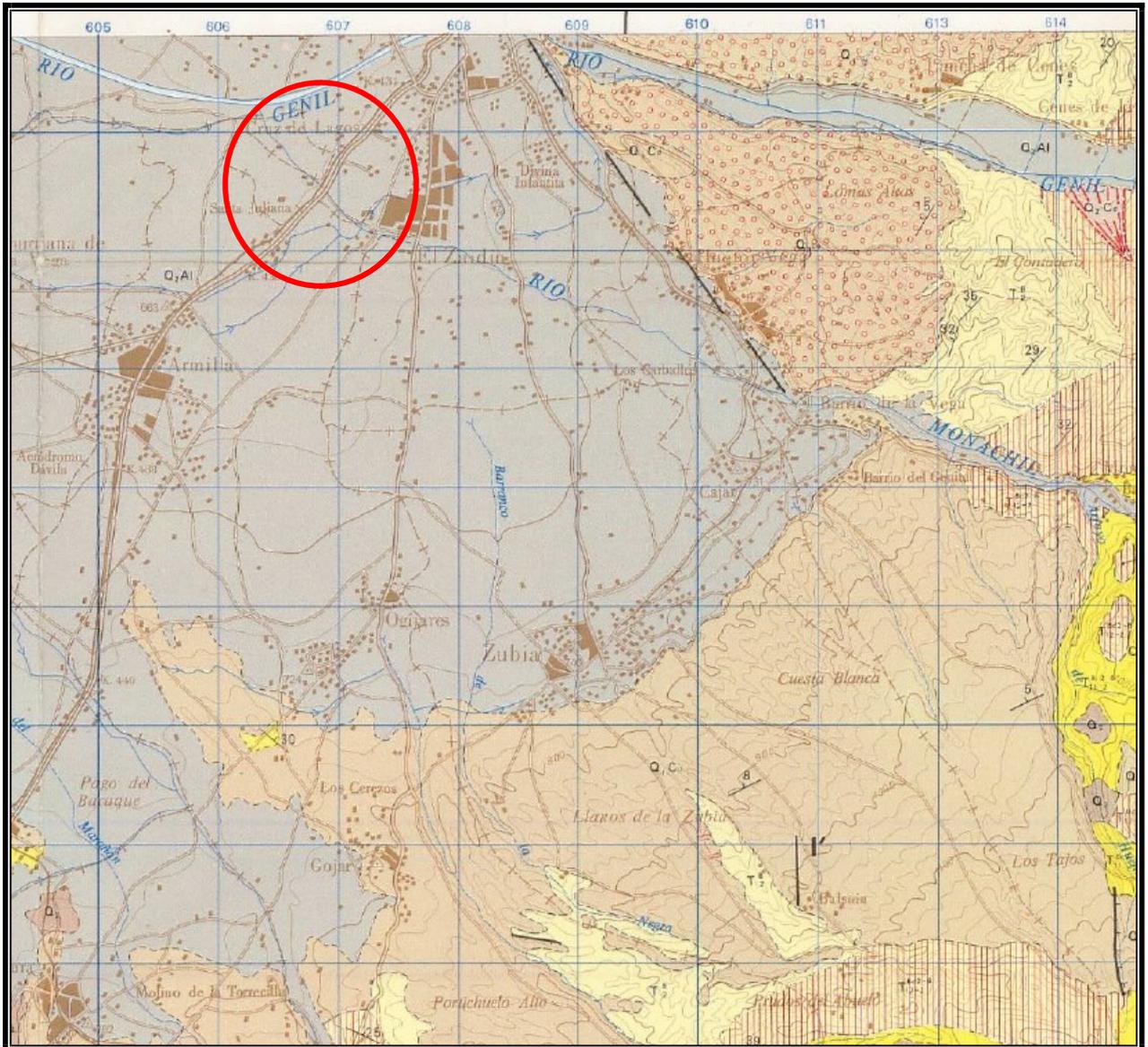
Corresponden morfológicamente a lo que se denominó Vega Alta. La zona de estudio está constituida por una formación aluvial generada por el depósito de llanuras de inundación. Esta formación aluvial está constituida por secuencias positivas que presentan a su base un episodio canalizado de grava y arenas, con espesores en torno a 1 m. El resto de la secuencia, de unos 2 m, la forman limos y arcillas con periódicos procesos de edificación.

Estos sedimentos han sido generados a partir de los depósitos aluviales de todos los ríos que concurren en el centro de la Depresión de Granada, y en especial del río Genil. Procesos de inundación acompañados con condiciones climáticas acaecidas durante el Pleistoceno Medio-Superior. Estas condiciones climáticas se definen por alternancias de épocas húmedas (funcionamiento de canales fluviales y desbordamiento) y situaciones de aridez (concrecionamiento por pérdida de humedad).

Este conjunto litológico correspondería al sector central de la formación de los sedimentos aluviales de la vega, teniendo su origen en los sucesivos episodios de desbordamiento e inundación de los ríos de la zona.

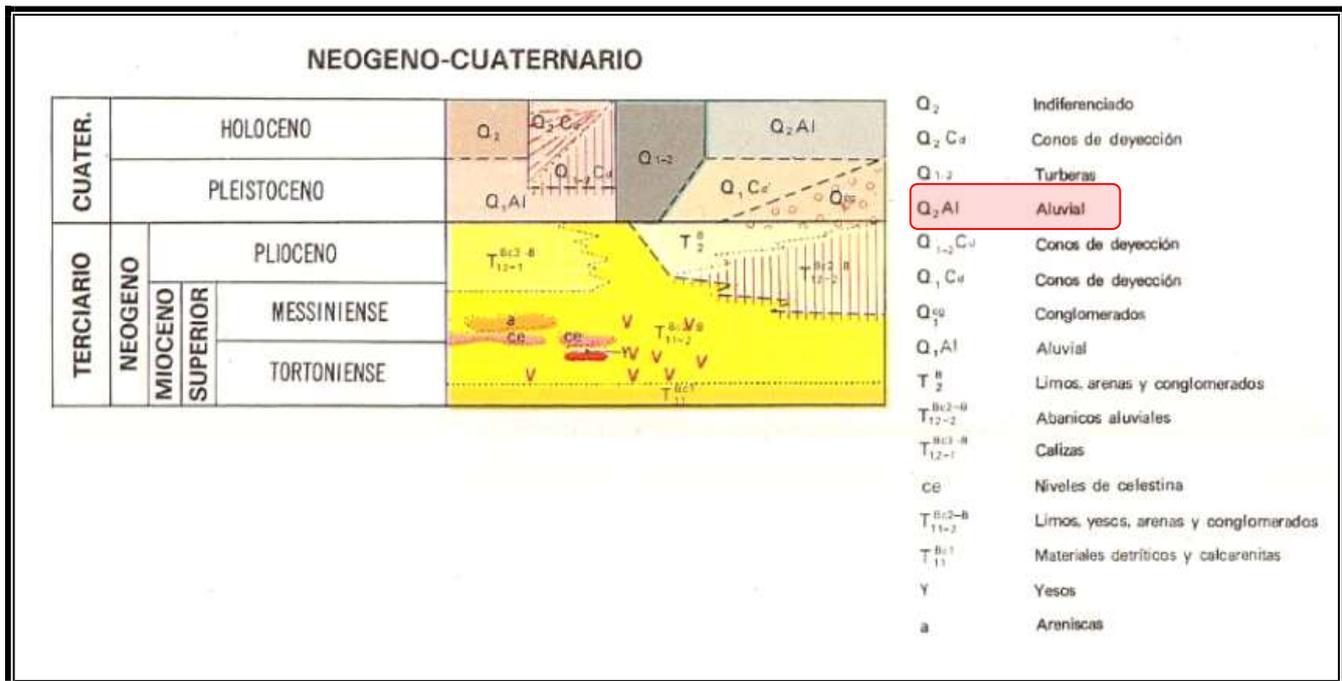
La zona de estudio se sitúa sobre unos depósitos aluviales de edad cuaternaria. En el testigo extraído del sondeo S-1 se reconoce un predominio de grava y gravilla en matriz areno limosa de tono marrón grisácea con intercalaciones de tramos cohesivos.

A continuación se muestra un extracto de la hoja de Padúl 1.026, del Mapa Geológico de España escala 1/50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España:



**Localización geológica**

A continuación se muestra un extracto de la leyenda de la hoja de Padúl, 1.026, del Mapa Geológico de España escala 1/50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, a fin de poder reconocer los materiales representados en el mapa:



Mapas de detalle extraídos de la página web del IGME:

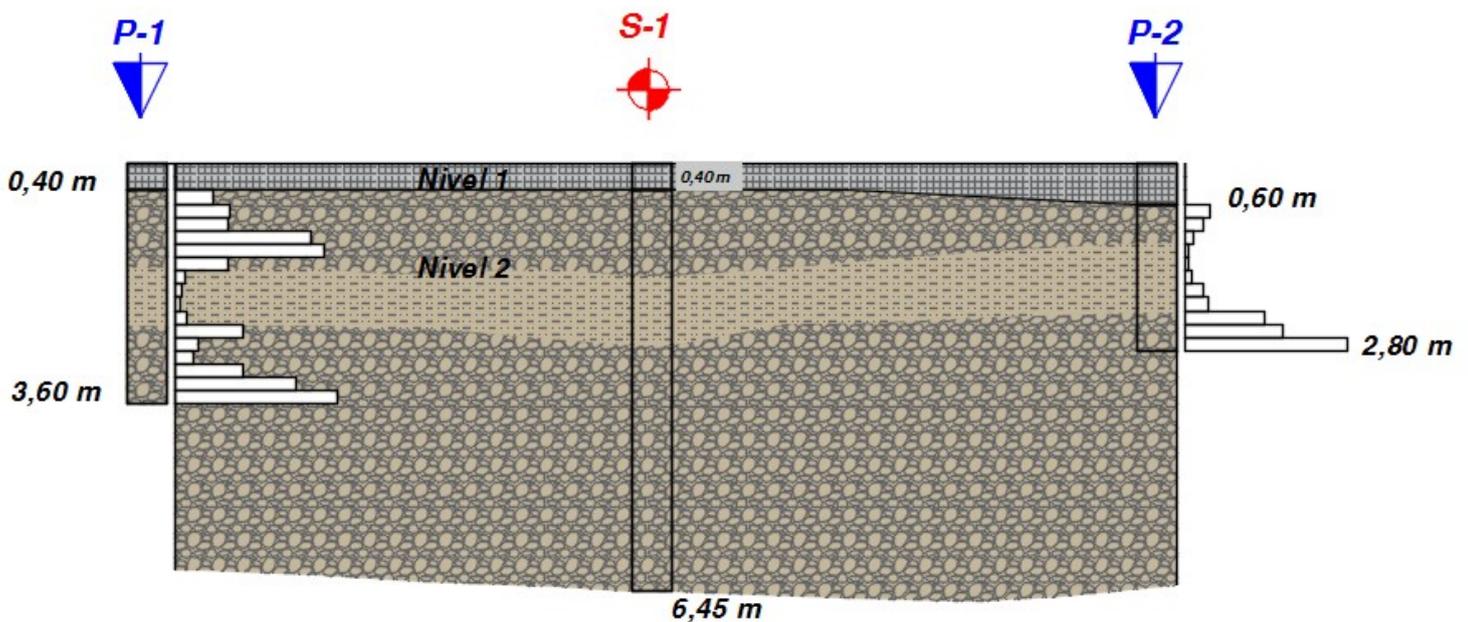
<http://igme.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=92d3a8e400b44daf911907d3d7c8c7e9>



#### 4.2.- NIVELES GEOTÉCNICOS (Caracterización estratigráfica – geomecánica).

Con las investigaciones geotécnicas realizadas se definen unos niveles estratigráficos - geotécnicos cuya caracterización y posición se define seguidamente siguiendo el criterio de comenzar por los más superficiales y finalizar por los más profundos reconocidos a través de los reconocimientos directos disponibles.

Es de considerar en este apartado que la acotación y diferenciación de los diferentes niveles responden a criterios geotécnicos que en cada caso se definen atendiendo a su naturaleza, granulometría, plasticidad, coloración, componentes minerales, parámetros resistentes o cualquier otra característica que desde el punto de vista geotécnico se considere diferenciador o agrupante.



#### LEYENDA

NIVEL 1: SOLERA DE HORMIGÓN



NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES CUATERNARIOS.



### **NIVEL 1: SOLERA DE HORMIGÓN.**

#### **Acotación del nivel.**

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

<b>ENSAYO</b>	<b>COTA TOPOGRÁFICA (m) (respecto explanada)</b>	<b>PROFUNDIDAD TECHO (m)</b>	<b>PROFUNDIDAD BASE (m)</b>	<b>ESPESOR (m)</b>
<b>S-1</b>	0,00	De 0,00	a 0,40	0,40
<b>DPSH-1</b>	0,00	De 0,00	a 0,40	0,40
<b>DPSH-2</b>	0,00	De 0,00	a 0,60	0,60

\*Fin del ensayo

\*\*Fin del ensayo por rechazo

Con la información proporcionada por los diferentes ensayos, se puede establecer que esta solera aparece desde una profundidad de techo de **0,00 m hasta una profundidad de base de entre 0,40-0,60 m.**

#### **Descripción del nivel.**

Con los reconocimientos organolépticos y desde el punto de vista identificativo, este nivel ha sido reconocido en superficie como una solera de hormigón con forjado redondo de diámetro 0,80 cm.

Este nivel deberá ser eliminado en su totalidad, retirando cualquier resto que no haya sido identificado por los ensayos de campo. De este modo cimentaremos siempre sobre terreno natural y nunca sobre relleno antrópico o niveles alterados.

**NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENO LIMOSA DE TONO MARRÓN GRISÁCEA CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS**

**Acotación del nivel.**

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
<b>S-1</b>	De 0,40	a 6,45*	6,05
<b>DPSH-1</b>	De 0,40	a 3,60**	3,20
<b>DPSH-2</b>	De 0,60	a 2,80**	2,20

\*Fin del ensayo

\*\*Fin del ensayo por rechazo

Con la información proporcionada por los diferentes ensayos, se puede establecer que este nivel aparece **desde una profundidad de techo de 0,40-0,60 m hasta una profundidad de 6,45 m, donde finalizan los ensayos de campo.**

**Descripción del nivel**

El nivel reconocido se describe como unos depósitos aluviales cuaternarios representados por una alternancia de tramos granulares con tramos cohesivos. En el sondeo geotécnico S-1 se ha observado en detalle:

- De 0,40 m a 1,70 m: Grava y gravilla subredondeada, heterométrica y poligenética con predominio de naturaleza metamórfica (esquistos y mármoles) envueltas en una matriz areno limosa de tono marrón grisácea.
- De 1,70 m a 2,70 m: Arcillas limosa de tonos marrones con grava heterométrica, subredondeada y poligenética.

- De 2,70 m a 6,45 m: Grava y gravilla subredondeada, heterométrica y poligenética con predominio de naturaleza metamórfica (esquistos y mármoles) envueltas en una matriz areno limosa de tono marrón grisácea a gris en profundidad.

Para caracterizar este nivel geotécnicamente se han realizado granulometrías por tamizado y determinación de límites de Atterberg para poder llevar a cabo la clasificación granulométrica según el sistema Unificado de Suelos, que han ofrecido los suficientes parámetros como para delimitar su clasificación.

<b>PARÁMETRO / MUESTRAS</b>	<b>M-1 (S-1) 1,00 m</b>
<b>Clasificación (USCS)</b>	GP-GM
<b>Límite líquido</b>	N.P.
<b>Límite plástico</b>	N.P.
<b>Índice de plasticidad</b>	N.P.
<b>% Pasa tamiz 4 (ASTM)</b>	17,40
<b>% Pasa tamiz 200</b>	5,40

#### **Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad**

Para la determinación de los parámetros resistentes de un suelo se utilizan ensayos “in situ” de penetración dinámica cuya interpretación sigue los criterios expresados por varios autores y que son de utilidad para determinar valores de capacidad portante por correlaciones con  $q_u$ .

Los ensayos de penetración estándar SPT realizados en el interior del sondeo han ofrecido los siguientes valores:

ENSAYO	S-1	S-1	S-1
	S.P.T.-1	S.P.T.-2	S.P.T.-3
COTA (m)	1,80-2,25	4,00-4,45	6,00-6,45
N <sub>SPT</sub>	7	23	R
Compacidad/ Consistencia	Media	Media	Muy compacta

Los ensayos de penetración Dinámica tipo “DPSH” nos permiten valorar la compacidad o consistencia de los diferentes niveles agrupándolos en base a similitudes de golpeo. Además pueden diferenciar varios tramos de diferente compacidad o consistencia dentro del mismo nivel.

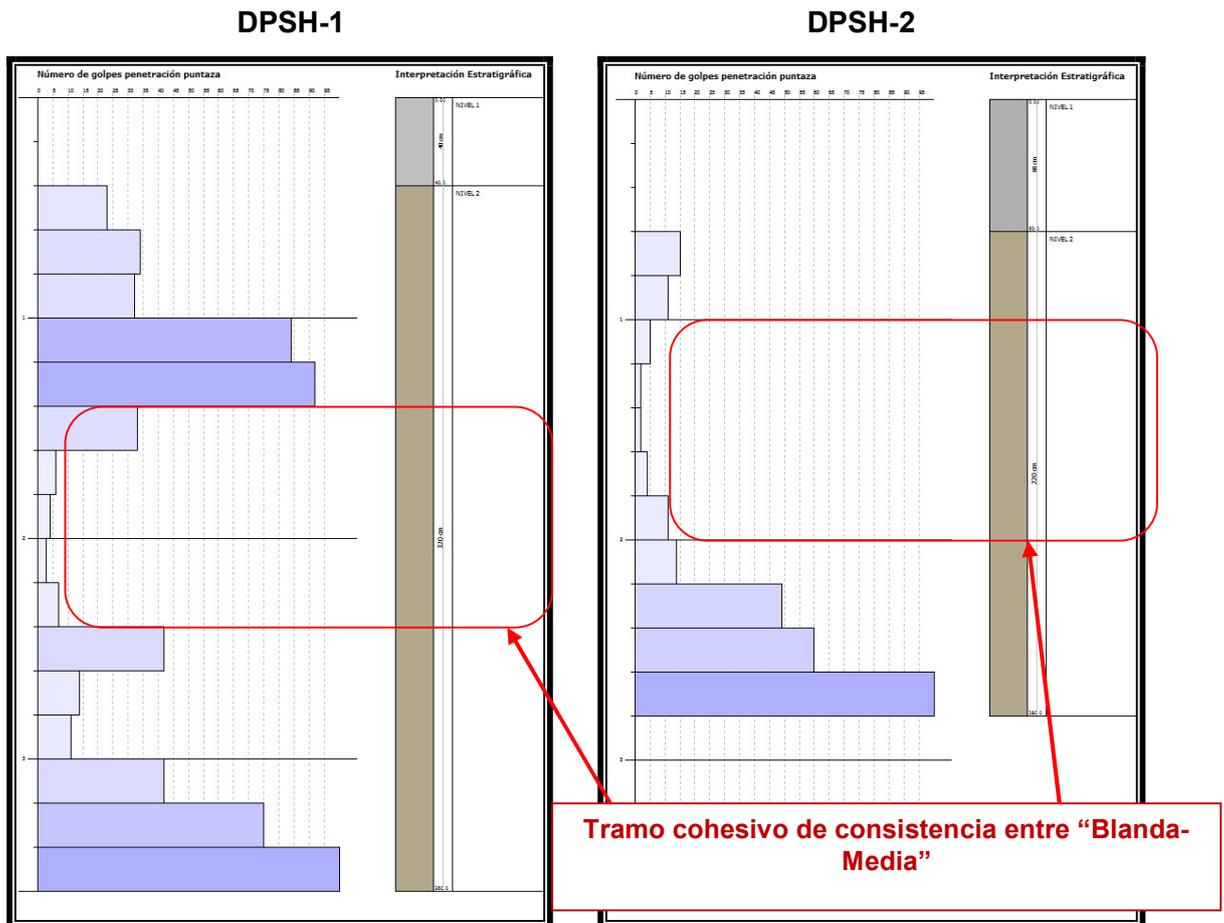
De acuerdo con el criterio anterior, en el siguiente cuadro se resumen los valores medios de golpeo en los distintos tramos diferenciados:

Nº. Penetros	Nivel 2	
P-1	Prof. Base (m)	3,60
	Golpeo N <sub>20</sub>	3-R
P-2	Prof. Base (m)	2,80
	Golpeo N <sub>20</sub>	2-R
Compacidad/Consistencia	<i>Media-Muy compacta/ Blanda-Media</i>	

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo se deduce que se trata de un nivel con una consistencia “**Blanda-Media**” en los tramos cohesivos y de una compacidad “**Media-Muy compacta**” en los tramos de carácter granular, valores indicativos de un nivel de naturaleza heterogénea en cuanto a su comportamiento geotécnico.

En base a los ensayos de campo el tramo cohesivo se detecta desde una profundidad de techo de entre 1,00-1,70 m hasta una profundidad de base de entre 2,00-2,70 m.

Cabe destacar el ensayo de penetración DPSH-2, donde se reconoce el tramo cohesivo de carácter blando, con valores de golpeo de incluso N=2, más próximo a la superficie. En esta zona se deberá sanear y realizar una mejora geotécnica, con el fin de homogenizar la superficie de apoyo y mejorar la capacidad del terreno.



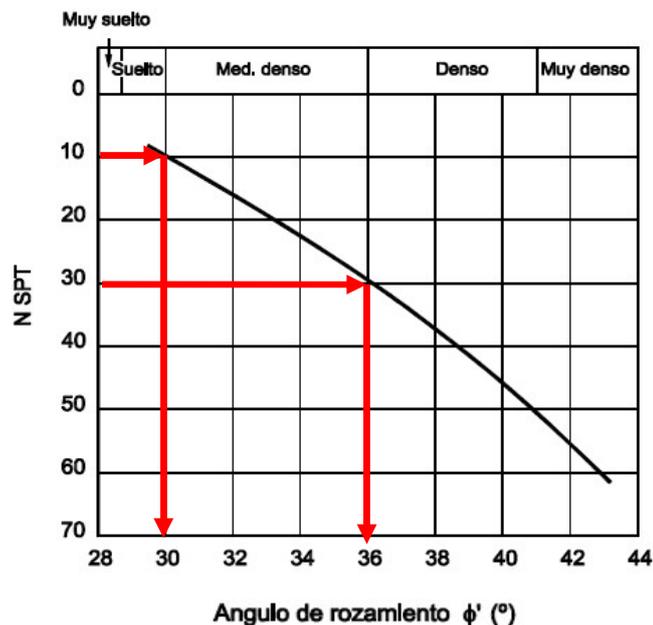
## Resistencia y Deformación

- Para la determinación del ángulo de rozamiento interno según la correlación propuesta por Peck y otros, 1.974 para suelos granulares:

$$\phi = 27,1 + 0,3xN_{S.P.T.} - 5,4x10^{-4}xN_{S.P.T.}^2.$$

Se obtiene un amplio abanico de valores de golpeo  $N_{20}$ , propios de unos depósitos aluviales, siendo el valor medio del tramo más suelto de  $N_{20} = 11$  y el valor medio del tramo más compacto  $N_{20} = 30$ . Al correlacionar estos datos con  $N_{20}$  con  $N_{SPT}$ , obtenemos un ángulo de rozamiento interno de entre  $30,80^\circ - 35,61^\circ$ .

- La determinación del ángulo de rozamiento interno según la correlación propuesta por el CTE. SE-C-122, ANEJO D, concretamente en su Figura D.1.



Se obtiene un amplio abanico de valores de golpeo  $N_{20}$ , propios de unos depósitos aluviales, siendo el valor medio del tramo más suelto de  $N_{20} = 11$  y el valor medio del tramo más compacto  $N_{20} = 30$ . Al correlacionar estos datos con  $N_{20}$  con  $N_{SPT}$ , obtenemos un ángulo de rozamiento interno de entre  $30^\circ - 36^\circ$ .

La cohesión se ha estimado en  $0,00 \text{ kp/cm}^2$  dada la naturaleza granular no cohesiva de este nivel de manera generalizable a efectos de cálculo, no considerando las intercalaciones limosas a dichos efectos.

### Permeabilidad

Atendiendo a los resultados granulométricos y a los límites de Atterberg obtenidos en los ensayos de laboratorio, y en función de los parámetros característicos del suelo recogidos por CTE en su tabla D.28.

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad

Tipo de suelo	$k_z$ (m/s)
Grava limpia	$> 10^{-2}$
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	$10^{-2} - 10^{-5}$
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	$10^{-5} - 10^{-9}$
Arcilla	$< 10^{-9}$

Consideramos que el nivel 2, presenta un valor de K aproximado de entre  $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-9}$  m/s.

La presencia de agua se considera:

- Baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.
- 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.
- Alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

El nivel freático no ha sido reconocido en los ensayos de campo y en base a la permeabilidad considerada para el nivel donde se llevarán a cabo los muros, se establecen los siguientes valores según el C.T.E.:

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

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

Se obtiene un valor de impermeabilidad para los muros igual a 1.

### **4.3.- CARACTERÍSTICAS SISMORRESISTENTES DE LA ZONA**

Los efectos de un terremoto sobre un edificio dependen de su concepción estructural, de la forma en que se transmiten las ondas sísmicas al edificio a través del terreno y de su cimentación. La transmisión hasta un edificio de las ondas generadas en un terremoto es un fenómeno muy complejo, en el que interviene la deformabilidad dinámica del terreno, los espesores de suelo que cubren el substrato rocoso, los accidentes geológicos, etc.

Así, se hace necesario prever la forma en la que las vibraciones del substrato se transmiten al edificio a través de los elementos de cimentación, diseñando estos para que los efectos sean los menos perjudiciales posibles.

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

A efectos de esta Norma las construcciones se clasifican en:

1. Moderada importancia. Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
2. Normal importancia. Aquellas cuya destrucción pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
3. Especial importancia. Aquellas cuya destrucción pueda interrumpir un servicio imprescindible o que de lugar a efectos catastróficos.

En las construcciones de moderada importancia no es obligatoria la aplicación de esta Norma y en aquellas en que la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$ , sea inferior a 0.04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en las construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$ , sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad y en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí, en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas se la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$  es igual o mayor de 0,08 g.

La aceleración sísmica de cálculo ( $a_c$ ) se define como el producto:  $a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$ ; siendo:

$a_b$ : Aceleración sísmica básica.

$\rho$ : Coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor es de 1,00 para construcciones de importancia normal y de 1,30 para construcciones de importancia especial.

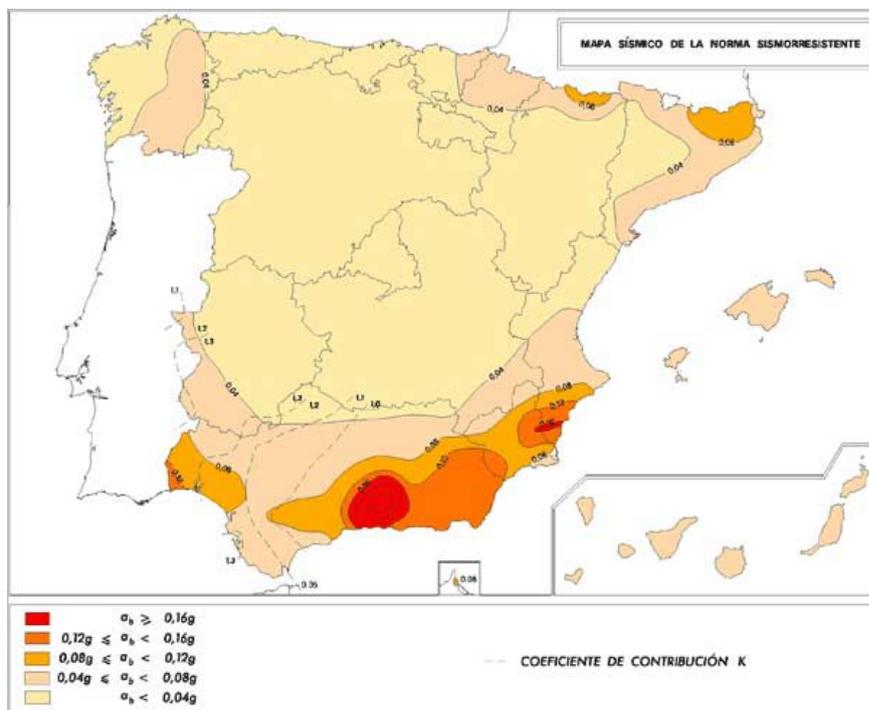
S: Coeficiente de amplificación del terreno que toma los valores:

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0,4 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left( \rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \cdot \left( 1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$\text{Para } 0,4 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b \quad S = 1,0$$

Siendo C el Coeficiente de terreno dependiente de las características geotécnicas del terreno de cimentación.



**Mapa Sísmico**

También contempla la Norma la clasificación del terreno para el coeficiente de suelo:

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
Terreno I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.	1,0
Terreno II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.	1,3
Terreno III: Suelo granular de compactación media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.	1,6
Terreno IV: Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando.	2,0

Para el lugar de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

Nivel	Tipo de terreno	Espesor (m)	C Coeficiente del suelo
2*	IV	2,00	2,00
2*	III	6,00	1,60
2*	II	22,00	1,30

\*Espesores correlacionados hasta una profundidad de 30,00 m, en base a los resultados obtenidos en los ensayos de campo.

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ , y  $e_4$  de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes  $C_i$  de cada estrato con su espesor  $e_i$ , en metros mediante la expresión:

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

El coeficiente C se obtiene en función del tipo de terreno existente en una profundidad no menor de 30 metros por debajo de la cimentación.

En edificios con sótanos bajo nivel general de la superficie del terreno, los espesores de las distintas capas para clasificar las condiciones de cimentación deben, normalmente, medirse a partir de rasante.

Para el lugar de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

LUGAR O ZONA MÁS PROXIMA	Aceleración básica ( $a_b/g$ )	Coefficiente contribución (K)	Coefficiente de riesgo $\rho$	C: Coeficiente de terreno de cálculo	$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$ Aceleración de Cálculo
<b>Granada</b>	0,24	1,0	1,3 (p.100 años const. Especial importancia)	<b>1,41</b>	0,323
			1,0 (p.50 años const. Normal importancia)		0,256

La citada Norma establece las siguientes reglas de diseño y prescripciones constructivas en zonas sísmicas en lo referente a la cimentación:

- Debe de 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.
- Cuando existan suelos susceptibles de licuefacción, deberán adoptarse las medidas oportunas. En concreto no se considerará la resistencia de fuste de los pilotes en la zona de estos colindantes con estratos susceptibles de licuarse durante un sismo.
- Cuando  $a_c \geq 0.08$  g los elementos de cimentación situados en el perímetro deberán enlazarse entre sí, siguiendo éste, mediante vigas de atado capaces de resistir un esfuerzo axial del valor  $a_c$  veces la carga vertical transmitida en cada punto.
- Cuando  $a_c \geq 0.16$  g el atado debe afectar a todos los elementos y ser en dos direcciones.
- En el caso de cimentación por pilotes, es recomendable que éstos posean una armadura longitudinal de sección al menos el 4% de área del pilote, y una armadura transversal equivalente al menos un  $\phi$  del 10 cada 30 cm, en una longitud a partir del encepado no inferior a seis veces el diámetro del pilotes ni a seis metros.

#### 4.4.- AGRESIVIDAD (Ambiente de exposición y hormigón recomendable para cimentaciones).

Para poder determinar la potencial agresividad de sulfatos y acidez del suelo y agua freática sobre los hormigones de la cimentación se han llevado a cabo ensayos de laboratorio que arrojan los siguientes resultados:

MUESTRA	CONTENIDO EN SULFATOS (mg/kg)
<b>M-1 / S-1 (1,00 m)</b>	0,00

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICION		
		XA1	XA2	XA3
		ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH	6.5-5.5	5.5-4.5	< 4.5
	CO <sub>2</sub> AGRESIVO (mg CO <sub>2</sub> /l)	15-40	40-100	> 100
	ION AMONIO (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	15-30	30-60	> 60
	ION MAGNESIO (mg Mg <sup>2+</sup> /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
	ION SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l)	200-600	600-3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg/l)	75-150	50-75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ. BAUMANN-GULLY	> 20	(*)	(*)
	ION SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg de suelo seco)	2000-3000	3000-12000	> 12000

(\*) Estas condiciones no se dan en la práctica.

De acuerdo con el capítulo 7 del Código Estructural, para definir la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural es necesario conocer el tipo de ambiente al que está sometido. Este ambiente viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas que van a afectar al elemento estructural, que puede llegar a degradarlo como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

El tipo de ambiente viene definido por la combinación de una de las clases de exposición frente a la corrosión de las armaduras y por las clases específicas de exposición relativas a los procesos de degradación. Para definir la clase específica de exposición es necesario conocer varios parámetros asociados a la agresividad que presenta el terreno (suelo y agua).

A partir del tipo de ambiente definido se deberá comentar si es necesario el uso de cemento sulforresistente (SR) o resistente al mar (MR) en la elaboración del hormigón de los elementos de cimentación.

CLASE DE EXPOSICIÓN RELATIVA AL HORMIGÓN ESTRUCTURAL
---

X0
----

CEMENTO RECOMENDABLE PARA LOS HORMIGONES DE CIMENTACIÓN
--

<b>COMÚN (según Código Estructural)</b>
---

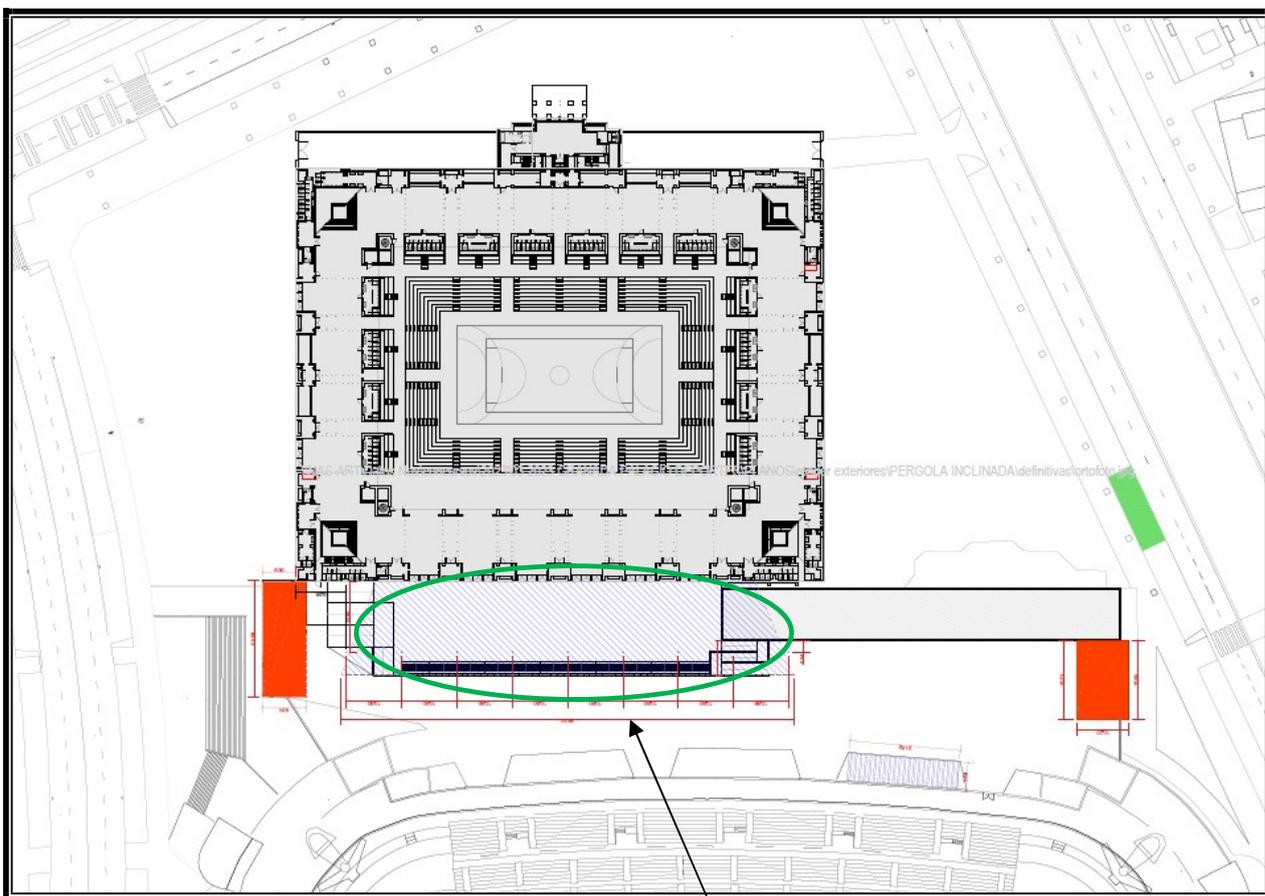
Atendiendo al *punto 43.3.4. Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos del Código Estructural*, se recomienda utilizar cemento ordinario dado que el nivel de sulfatos en suelos no es superior a 3.000 mg/kg.

#### 4.5.- ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN

El objetivo final de este informe es realizar un análisis y recomendación sobre el tipo de cimentación más adecuado para el proyecto definido, y por tanto en este apartado se define la tipología y profundidad de cimentación, así como el cálculo de la tensión admisible de trabajo y previsión de asentamientos en el caso que proceda.

##### Tipología y características del Proyecto:

Marquesina en la entrada occidental del Palacio de Deportes de Granada.



**Plano del proyecto y zona de estudio**

### Factores condicionantes:

- Se prevé construir una marquesina en la entrada occidental del Palacio de Deportes de Granada.
- La zona de estudio presenta un nivel 1 de Solera de hormigón, con un espesor de entre 0,40-0,60 m.
- Tras el nivel 1 se reconoce un nivel 2 de Depósitos aluviales cuaternarios representados por una alternancia de tramos granulares con tramos cohesivos, observándose un predominio de Grava y gravilla en matriz areno limosa de tono marrón grisácea con intercalaciones de tramos cohesivos, representado por una Arcilla limosa de tonos marrones con grava.
- El nivel presenta una consistencia entre “**Blanda-Media**” en los tramos cohesivos y una compacidad entre “**Media-Muy compacta**” en los tramos de carácter granular, valores indicativos de un nivel de naturaleza heterogénea en cuanto a su comportamiento geotécnico.
- En base a los ensayos de campo el tramo cohesivo se detecta desde una profundidad de techo de entre 1,00-1,70 m hasta una profundidad de base de entre 2,00-2,70 m.
- Cabe destacar el ensayo de penetración DPSH-2, donde se reconoce el tramo cohesivo de carácter blando, con valores de golpeo de incluso N=2, más próximo a la superficie. En esta zona se deberá sanear y realizar una mejora geotécnica, con el fin de homogenizar la superficie de apoyo y mejorar la capacidad del terreno.
- No se reconocen rezumes de agua ni zonas encharcadas en superficie.
- No se detecta nivel freático a la profundidad reconocida en los ensayos de campo.
- La zona de estudio limita al E con el edificio del Palacio de Deportes de Granada y el resto de sus márgenes colindan con las instalaciones exteriores del mismo.

### Parámetros geotécnicos:

De acuerdo con la estratigrafía reconocida, y con los ensayos geotécnicos realizados, establecemos los siguientes parámetros geotécnicos que caracterizan los materiales sobre los que se pretende construir:

#### **NIVEL 1: SOLERA DE HORMIGÓN. (Desde 0,00 m hasta 0,40-0,60 m).**

#### **NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENO LIMOSA DE TONO MARRÓN GRISÁCEO CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS. (Desde 0,40-0,60 m hasta 6,45 m de profundidad, donde finalizan los ensayos de campo).**

##### **Tramo granular:**

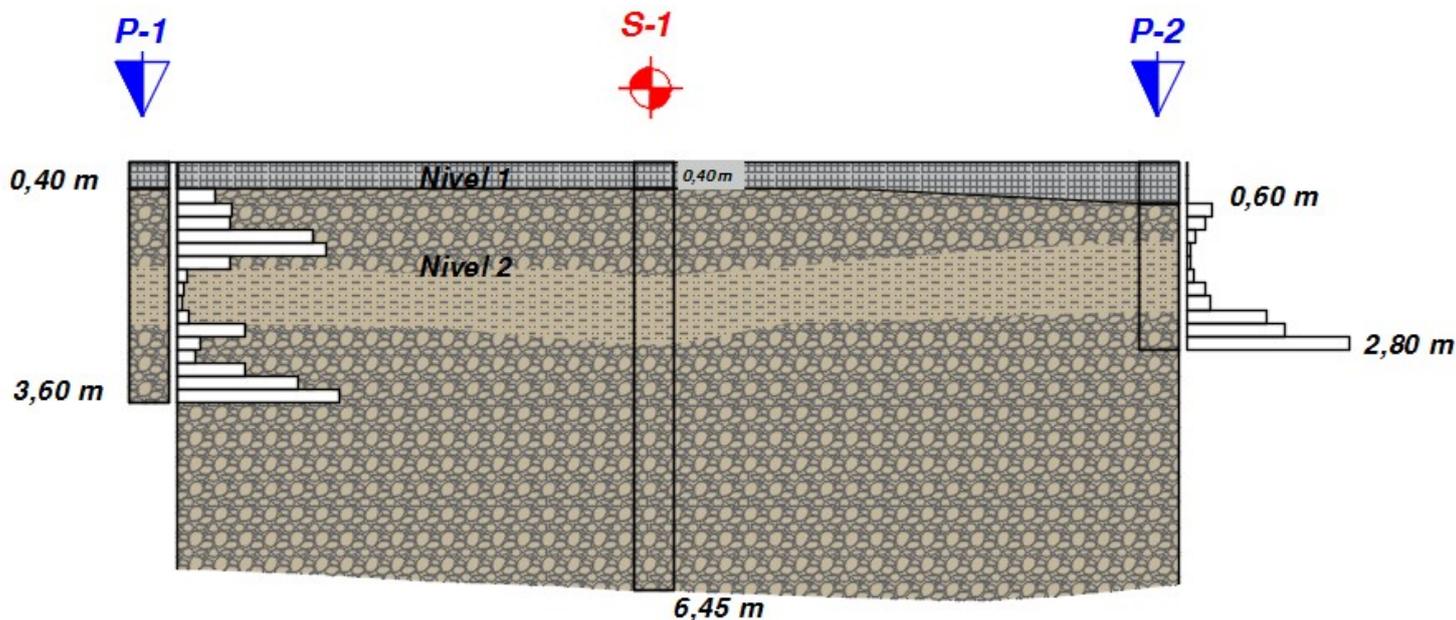
- Ensayo penetración dinámica “DPSH-B”:  $N_{DPSH} = 11-R$
- Ensayo penetración estática “SPT”:  $N_{SPT} = 23-R$
- Ángulo de rozamiento interno estimado:  $\phi = 30^{\circ}-36^{\circ}$
- Cohesión estimada:  $C = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente estimada:  $d_a = 2,00-2,20 \text{ Tn/m}^3$

\*Parámetros estimados en base a la granulometría,  $N_{DPSH}$  y  $N_{SPT}$

##### **Tramo cohesivo (detectado a una profundidad de techo de entre 1,00-1,70 m hasta una profundidad de base de entre 2,00-2,70 m):**

- Ensayo penetración dinámica “DPSH-B”:  $N_{DPSH} = 2-11$
- Ensayo penetración estática “SPT”:  $N_{SPT} = 7$
- Ángulo de rozamiento interno estimado:  $\phi = 24^{\circ}-32^{\circ}$
- Cohesión estimada:  $C = 0,20-0,40 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente estimada:  $d_a = 1,90-2,00 \text{ Tn/m}^3$

\* Parámetros estimados en base a la testificación, tablas estandarizadas,  $N_{DPSH}$  y  $N_{SPT}$



#### LEYENDA

NIVEL 1: SOLERA DE HORMIGÓN



NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES CUATERNARIOS.



#### **Propuesta de cimentación:**

Para realizar el diseño de la cimentación para la estructura propuesta, se deberán tener en cuenta los siguientes factores:

1. Se prevé construir una marquesina en la entrada occidental del Palacio de Deportes de Granada.
2. La zona de estudio presenta un nivel 1 de Solera de hormigón, con un espesor de entre 0,40-0,60 m.
3. Tras el nivel 1 se reconoce un nivel 2 de Depósitos aluviales cuaternarios representados por una alternancia de tramos granulares con tramos cohesivos, observándose un predominio de Grava y gravilla en matriz areno limosa de tono marrón grisácea con intercalaciones de tramos cohesivos, representado por una Arcilla limosa de tonos marrones con grava.

4. El nivel presenta una consistencia entre “**Blanda-Media**” en los tramos cohesivos y una compacidad entre “**Media-Muy compacta**” en los tramos de carácter granular, valores indicativos de un nivel de naturaleza heterogénea en cuanto a su comportamiento geotécnico.
5. En base a los ensayos de campo el tramo cohesivo se detecta desde una profundidad de techo de entre 1,00-1,70 m hasta una profundidad de base de entre 2,00-2,70 m.
6. Cabe destacar el ensayo de penetración DPSH-2, donde se reconoce el tramo cohesivo de carácter blando, con valores de golpeo de incluso N=2, más próximo a la superficie. En esta zona se deberá sanear y realizar una mejora geotécnica, con el fin de homogenizar la superficie de apoyo y mejorar la capacidad del terreno.
7. No se reconoce nivel freático a la profundidad investigada en los ensayos de campo. No obstante, y dado el carácter granular del terreno, es recomendable realizar por parte de la dirección facultativa o la propiedad, una nueva medida mediante una calicata de los niveles antes de comenzar los trabajos de excavación para la posterior ejecución de la cimentación.

Teniendo en cuenta los factores expuestos en los párrafos superiores, se deberán considerar las siguientes recomendaciones para realizar la cimentación de la estructura:

1. Cualquier solución de cimentación que se adopte en la zona de estudio deberá de quedar apoyada sobre el nivel 2 de Depósitos aluviales cuaternarios.
2. Si durante el proceso de excavación de la zona de estudio se detectase zonas de mayor espesor de nivel 1 o del tramo cohesivo de carácter blando (nivel 2), éstas deberán ser excavadas y sustituidas por material de mejores características geotécnicas.
3. Dadas las características del nivel 2 donde se intercalan tramos granulares y tramos cohesivos, se deberá realizar una mejora de material granular de al menos 0,40 m, con el fin de homogeneizar la superficie de apoyo de la cimentación.

Las características que garantizan un buen comportamiento de las mejoras o rellenos geotécnicos son las siguientes:

- El relleno geotécnico deberá cumplir el PG3.
- El material no deberá contener materia orgánica, vegetal u otras materias extrañas.
- El porcentaje de materiales finos será inferior al 25% en peso y el tamaño máximo de los elementos más gruesos será de 10 cm. El límite líquido deberá ser inferior a 30%.

- La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Modificado no será inferior a  $1,75 \text{ t/m}^3$  y se alcanzará al menos el 100% de compactación del ensayo Proctor de referencia.
- El material se deberá extender por tongadas sucesivas de unos 20 cm de espesor cada una de ellas. Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, de forma uniforme, hasta que el material alcance su contenido óptimo de humedad.
- Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente.
- Se colocará el relleno dejando una ligera pendiente a favor del talud con objeto de permitir la evacuación de agua. El terreno de apoyo debe ser firme y de perfil suave.
- Una vez ejecutada la capa de mejora, se realizaran un par de ensayos de placa de carga según las necesidades de carga del proyecto para comprobar que los asentos y son admisibles. Si no fuese así, se ampliara la capa de mejora hasta obtener un resultado admisible

En función del análisis e interpretación de los resultados obtenidos tanto en campo como en laboratorio hemos estudiado diversas opciones de cimentación:

## **1. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE ZAPATAS CORRIDAS SOBRE MEJORA GEOTÉCNICA APOYADA EN EL NIVEL 2.**

No obstante, quedará en manos de la dirección técnica de la obra la elección del tipo de cimentación que más se ajuste a la construcción proyectada.

De acuerdo con el esquema de cimentación propuesto, estudiamos la carga admisible, limitada por hundimiento y por asentos.

## **1. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE ZAPATAS CORRIDAS SOBRE MEJORA GEOTÉCNICA APOYADA EN EL NIVEL 2.**

De acuerdo con el esquema de cimentación propuesto, estudiamos a continuación la carga admisible limitada por hundimiento y por asientos.

### **Por consideración de hundimiento:**

Para realizar el cálculo de la carga de hundimiento en la parcela nos basaremos en la formulación definida en el Documento Básico SE-C Cimientos del CTE.

En dicho documento se describe el método simplificado para la determinación de la presión vertical admisible de servicio en suelos granulares.

En suelos granulares la presión vertical admisible de servicio suele encontrarse limitada por condiciones de asientos, más que por hundimiento. Dada la dificultad en el muestreo de estos suelos, un método tradicional que el diseño de cimentaciones consisten en el empleo de correlaciones empíricas más o menos directas con ensayos de penetración, o con otros tipo de ensayos in situ a su vez correlacionables con el mismo.

Cuando la superficie del terreno sea marcadamente horizontal (pendiente inferior al 10%), la inclinación con la vertical de la resultante de las acciones sea menor del 10 % y se admita la producción de asientos de hasta 25 mm, la presión vertical admisible de servicio podrá evaluarse mediante las siguientes expresiones basadas en el golpeo  $N_{SPT}$  obtenido en el ensayo SPT o mediante correlaciones bien establecidas.

a) Para  $B^* < 1,2$  m:

$$q_{adm} = 12N_{SPT} (1 + D / 3B^*) \cdot (S_t / 25) \text{ kN/m}^2$$

b) Para  $B^* \geq 1,20$  m:

$$q_{adm} = 8 N_{SPT} (1 + D / 3B^*) \cdot (S_t / 25) \cdot (B^*+0,3 / B^*)^2 \text{ kN/m}^2$$

Siendo:

$S_t$  El asiento total admisible, en mm.

$N_{SPT}$  el valor medio de los resultados, obtenido en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia  $0,50B^*$  por encima de su base y otro situado a una distancia mínima  $2B^*$  por debajo de la misma;

$D$  la profundidad definida en el Anejo F del SE-C

El valor  $(1 + D/3B^*)$  a introducir en las ecuaciones será menor o igual a 1,3.

### Estudio de asientos - Tensión admisible:

El método seguido para el cálculo de los asientos inducidos en el terreno es el de Steinnbrenner, modelo multicapa sobre capa rígida, que consiste en calcular para cada capa el asiento al comienzo y al final de la misma, obteniéndose el asiento total por:

$$S_i = S_o - S_z$$

Donde:

$S_o$  = Asiento al comienzo

$S_z$  = Asiento al final de la capa

$$S_z = \left( \frac{QB}{2E} \right) (C_A \phi_1 - C_B \phi_2)$$

$Q$  = Presión Neta transmitida por la estructura

$B$  = Ancho de la cimentación

$$A = 1 - \mu^2$$

$$B = 1 - \mu - 2\mu^2$$

$\mu$  = Coeficiente de Poisson  $\square$  0.3

$\phi_1$  y  $\phi_2$  = son coeficientes que dependen de las dimensiones de la cimentación y de la profundidad de cada capa.

E = Módulo de deformación, que puede estimarse a partir de los ensayos edométricos y de los ensayos de SPT

El módulo de deformación puede extraerse, a partir de los resultados aportados por los ensayos SPT y correlacionando estos con los valores orientativos aportados con el CTE en su tabla C.23, podemos calcular los valores de módulo de deformación del terreno caracterizado.

**Tabla D.23. Valores orientativos de  $N_{SPT}$ , resistencia a compresión simple y módulo de elasticidad de suelos**

Tipo de suelo	$N_{SPT}$	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	E (MN/m <sup>2</sup> )
Suelos muy flojos o muy blandos	< 10	0 - 80	< 8
Suelos flojos o blandos	10 - 25	80 - 150	8 - 40
Suelos medios	25 - 50	150 - 300	40 - 100
Suelos compactos o duros	50 - Rechazo	300 - 500	100 - 500
Rocas blandas	Rechazo	500 - 5.000	500 - 8.000
Rocas duras	Rechazo	5.000 - 40.000	8.000 - 15.000
Rocas muy duras	Rechazo	> 40.000	>15.000

Otra de las opciones del cálculo del módulo de deformación E, es la correlación realizada por Schmertmann (siendo esta más conservadora). A partir de los resultados aportados por los ensayos SPT y Dinámicos Borros puede calcularse el módulo de deformación elástica para las capas arcillosas mediante la expresión:  $E=5N = 5N_{20}$  (kg/cm<sup>2</sup>) y para suelos granulares mediante la expresión  $E=8N = 8N_{20}$  (kg/cm<sup>2</sup>).

Teniendo en cuenta en general los valores medios más bajos que dejan del lado de la seguridad. El asiento medio de la cimentación con una distribución parabólica del mismo, bajo la losa es:

$$S_{\text{medio}} = S_{\text{esquina}} + 0.66 (S_{\text{esquina}} + S_{\text{centro}}).$$

- **Carga admisible del nivel 2:**

*Finalmente, en base a los cálculos realizados, obtenemos una carga admisible de:*

Ancho de la cimentación (m)	Q. adm (kp/cm <sup>2</sup> )	
	Largo de la cimentación (m)	
	13,92	88,30
1,80	2,06	2,06
2,00	1,98	1,98
2,50	1,84	1,84

Se entiende que esta pudiera ser la cimentación y parámetros de cálculo recomendados para la obra en cuestión, quedando la decisión final en manos de la dirección facultativa de la obra.

- **CÁLCULO DE ASIENTOS PARA ZAPATAS CON DIMENSIONES ESTIMADAS DE 2,50 m x 88,30 m:**

Realizamos a continuación el cálculo de asientos esperable para una zapata de cimentación de dimensiones 2,50 m x 88,30 m.

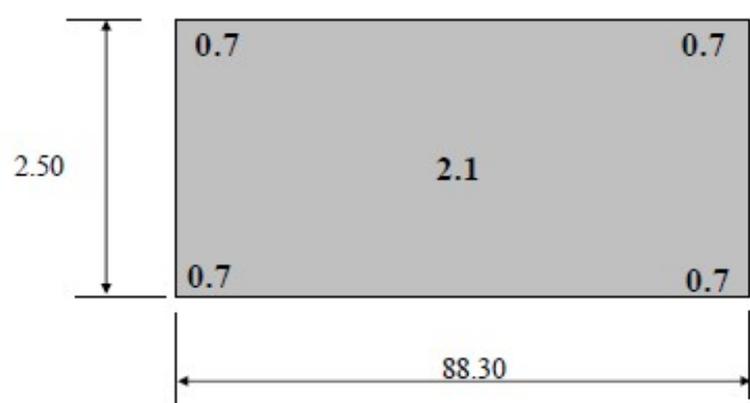
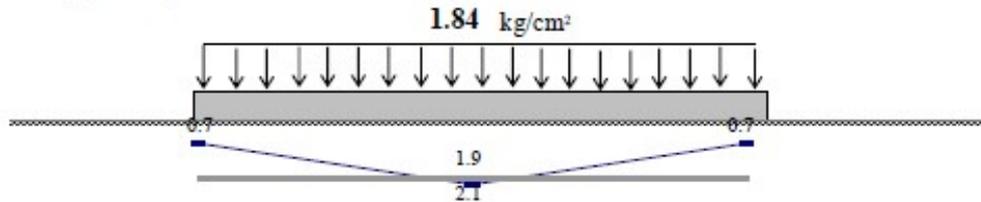
<b>CALCULO DE PROFUNDIDAD DE INFLUENCIA según CHARLES</b>			
18,40	Carga unitaria (t/m <sup>2</sup> )		
35,32	relación lado largo(m*b)/lado corto(b)	a	88,30
4,86	Dimensión Característica (b*)	b	2,50
2,00	Densidad del terreno (aparente o sumergida) (t/m <sup>3</sup> )		
1,89	Factor de intensidad de carga		Ang, Roz
1,15	f	1,15	30,00
5,55	Profundidad de Influencia (m)		
0,00	Iteración		

**CALCULO DE ASIENTOS BAJO UN RECTANGULO CARGADO UNIFORMEMENTE**

(Refs.: Harr (1966); Steinbrenner Geotecnia y Cimientos II pags. 257-263;1115)

q: presion transmitida (kg/cm <sup>2</sup> ):	<b>1.84</b>
lados: A mayor (m)	<b>88.30</b>
B menor (m)	<b>2.50</b>
NUMERO DE CAPAS DEFORMABLES (10 MAX.)	<b>3</b>
PROFUNDIDAD DEL NIVEL CONSIDERADO INDEFORMABLE	<b>5.55</b>

CAPA DEFORMABLE	Z(inicial) (m)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	coef Poisson V	S(cm)	0	1	2	3
NIVEL 1	0.00	200	0.30	0.6				
NIVEL 2	1.00	40	0.30	0.0				
NIVEL 3	1.00	240	0.30	1.5				
S en el centro .....				<b>2.1</b>				
S en la esquina .....				<b>0.7</b>				
FACTOR k para correccion por rigidez				<b>0.90</b>				
S MEDIO (supuesta rigida)				<b>1.9</b>				



El asiento a una profundidad  $z$  bajo la esquina viene dado por:

$$S(z) = \frac{q B}{2 E} (M \phi_1 (A,B,z) - N \phi_2 (A,B,z))$$

donde  $q$  = presión unitaria aplicada

$E$  = módulo elástico

$A$  = lado mayor

$B$  = ancho de la cimentación (lado menor)

$M=1-\nu^2$

$N=1-\nu-2\nu^2$

$n = z/B$

$m=A/B$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left\{ \text{Ln} \left( \frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + n}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - n} \right) + n \text{Ln} \left( \frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + 1}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - 1} \right) \right\}$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \text{arctg} \frac{n}{m (1+n^2+m^2)^{1/2}}$$

Operando con la carga de estructura de 18,40 Tn/m<sup>2</sup> y para unas dimensiones de zapata aproximadas de 2,50 m X 88,30 m, resulta un asiento igual a 2,10 cm, inferior al límite aceptado para zapatas por la normativa más extendida de 2,50 cm.

Como se puede observar no se superan los asientos considerados como admisibles para las zapatas de cimentación (2,50 cm).

## **5.- CONDICIONANTES Y RECOMENDACIONES GENERALES**

Tanto la elección de la cota de cimentación como la verificación de las tensiones admisibles consideradas en el cálculo deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la obra.

No se usará el informe para otro fin que no sea el cálculo de cimentaciones con empujes a compresión. Para otro tipo de elementos estructurales o estabilidad se realizará otro estudio específico destinado a tal fin.

Se tendrán en cuenta los apartados 4.5 y 4.6 del Documento Básico SE-C del Código Técnico de la Edificación.

La excavación se realizará de forma que no se alteren las características mecánicas del suelo, para ello se recomienda que la excavación de los últimos 15 a 20 cm. no sea efectuada hasta inmediatamente antes de iniciar el vertido del hormigón especialmente en suelos cohesivos.

Una vez alcanzado el firme elegido, y antes de hormigonar, se limpiará y nivelará el fondo.

En el caso de reconocerse algún nivel flojo tras las excavaciones previstas, se deberá comprobar mediante un ensayo simple de penetración en cada zapata, clavando una barra de hierro en el terreno a golpes de martillo para determinar su espesor y determinar su eliminación o sustitución por una zahorra debidamente compactada al 100 % Proctor.

La cimentación deberá quedar apoyada sobre un nivel geotécnico homogéneo. De no ser así se procederá a realizar una mejora geotécnica de al menos 50 cm. mediante la colocación de un relleno geotécnico.

Las características que garantizan un buen comportamiento de las mejoras o rellenos geotécnicos son las siguientes:

- El relleno geotécnico deberá cumplir el PG3.
- El material no deberá contener materia orgánica, vegetal u otras materias extrañas.
- El porcentaje de materiales finos será inferior al 25% en peso y el tamaño máximo de los elementos más gruesos será de 10 cm. El límite líquido deberá ser inferior a 30%.
- La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Modificado no será inferior a 1,75 t/m<sup>3</sup> y se alcanzará al menos el 100% de compactación del ensayo Proctor de referencia.
- El material se deberá extender por tongadas sucesivas de unos 20 cm de espesor cada una de ellas. Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, de forma uniforme, hasta que el material alcance su contenido óptimo de humedad.
- Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente.

- Se colocará el relleno dejando una ligera pendiente a favor del talud con objeto de permitir la evacuación de agua. El terreno de apoyo debe ser firme y de perfil suave.

Todos los elementos extraños que pudieran aparecer en el fondo de la excavación, como niveles arcillosos de terreno más flojo etc., se retirarán, rebajándose el nivel del fondo lo suficiente para que la cimentación apoye en condiciones homogéneas.

Cuando los elementos extraños sean más compresibles que el terreno en su conjunto, serán excavados y sustituidos por un suelo de relleno compactado para tener una compresibilidad equivalente a la del conjunto.

Para losas de gran longitud (>30-40 m.) conviene disponer de juntas intermedias.

La planta de la losa es procurable que sea regular evitando entrantes, ángulos agudos, etc., que darían lugar a torsiones y solicitaciones anómalas.

Si en el edificio hay zonas muy desigualmente cargadas las losas deben separarse mediante juntas.

El centro de gravedad de cargas verticales ha de coincidir lo más exactamente posible con el centro de gravedad de la losa, para evitar cualquier giro de la estructura debida a su propio peso.

El hormigonado debe hacerse, a ser posible, sin interrupciones que pueden dar lugar a planos de debilidad. En caso necesario, las juntas de trabajo se situarán en zonas de cortantes bajos, lejos de pilares.

Es aconsejable que la excavación del terreno por encima del plano de apoyo de la losa, si es de naturaleza arenosa, se realice por bandas de forma que inmediatamente después de poner dicho plano se efectúe un riego muy superficial mediante lechada de cemento una vez endurecida esta superficie, se colocará sobre ella la capa de hormigón compacto de limpieza y regularización para el apoyo.

En terrenos cohesivos la excavación hasta el plano de apoyo de la losa se realizará en dos fases. La primera, hasta profundidad máxima de 30 cm. por encima del nivel de apoyo, quedando esta capa como protección del plano de apoyo de la losa. En la segunda fase se eliminará por bandas, la capa de cobertura; se limpia la superficie descubierta y seguidamente se aplica una capa de protección de hormigón compacto de limpieza proporcionando regularización para el apoyo.

En el caso de detectarse sobre la cota de cimentación la presencia de agua (nivel freático no previsto, oscilaciones del mismo, aguas colgadas, etc.) se deberá realizar un estudio para determinar la posible agresividad del medio sobre los materiales empleados y el sistema de saneamiento o drenaje adecuado para una correcta ejecución de la cimentación.

Los emparrillados o armaduras que se coloquen sobre el fondo de la zapata deberán apoyarse sobre tacos de mortero rico que se usarán de espaciadores respecto al nivel teórico del fondo de la zapata, que es el del hormigón de limpieza.

En ningún caso deben apoyar las armaduras sobre "pates" o latiguillos metálicos que después del hormigonado queden en contacto con la superficie del terreno, pues constituirían un punto fácil de entrada de los fenómenos de corrosión a la armadura.

Los espaciadores deben colocarse formando cuadros de lado 15 a 20 veces el diámetro de la armadura.

Es conveniente también colocar espaciadores en la parte vertical de ganchos o patillas, para evitar el movimiento horizontal de la parrilla de fondo.

No se realizará nunca hormigonado por fases en zapatas aisladas.

Es importante que todas aquellas obras que se pretendan realizar junto a los elementos de cimentación (soleras, arquetas de pie de pilar, saneamientos, etc.) se estudien convenientemente para no alterar las condiciones de trabajo de los mismos o bien dar lugar, mediante fugas, a vías de agua que produzcan lavados del terreno, descalzamientos, encharcamientos, fenómenos de expansividad, etc.

Debe de indicarse que las consideraciones y resultados que se exponen en el presente informe, han sido deducidos a partir de ensayos puntuales realizados en un corto plazo de tiempo, constituyendo una extrapolación al conjunto de la parcela.

Ello no es óbice para que puedan producirse variaciones con respecto al esquema definido, derivadas de la heterogeneidad que pueda presentar el terreno, o bien de alteraciones posteriores antrópicas (rellenos, excavaciones, etc.) realizadas con anterioridad al comienzo de la obra y que hagan necesario la ampliación del estudio geotécnico y la modificación de las soluciones de cimentación iniciales, las cuales deberán ser validadas previamente por la dirección técnica de la obra.

Una vez comenzada la obra, consultado el informe geotécnico y en caso de creer necesaria la realización de nuevos ensayos para la ampliación o confirmación del estudio geotécnico, estos deberán ser solicitados por escrito por parte de la dirección técnica de la obra o la propiedad de la misma.

20 de Septiembre de 2.023



**GEOTECNIA AVANZADA**  
de los materiales S.L. (GEOTEMA)  
C.I.F. B-18717165  
Tlf.: 665957101  
geotema@geotema.com

Fdo.: Francisco M. Gámiz Malagón

Ldo. en Geología

Nº Colegiado de I.C.O.G.A: 427

Director Técnico del Laboratorio



**GEOTECNIA AVANZADA**  
de los materiales S.L. (GEOTEMA)  
C.I.F. B-18717165  
Tlf.: 665957101  
geotema@geotema.com

Fdo.: Mª Begoña Fdez. de la Higuera

Lda. en Geología

Nº Colegiado de I.C.O.G.A: 820

Dpto. de Geotecnia

## **6.- ANEXOS**

**6.1.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS**

**6.2.- PERFIL GEOLÓGICO DE LA PARCELA**

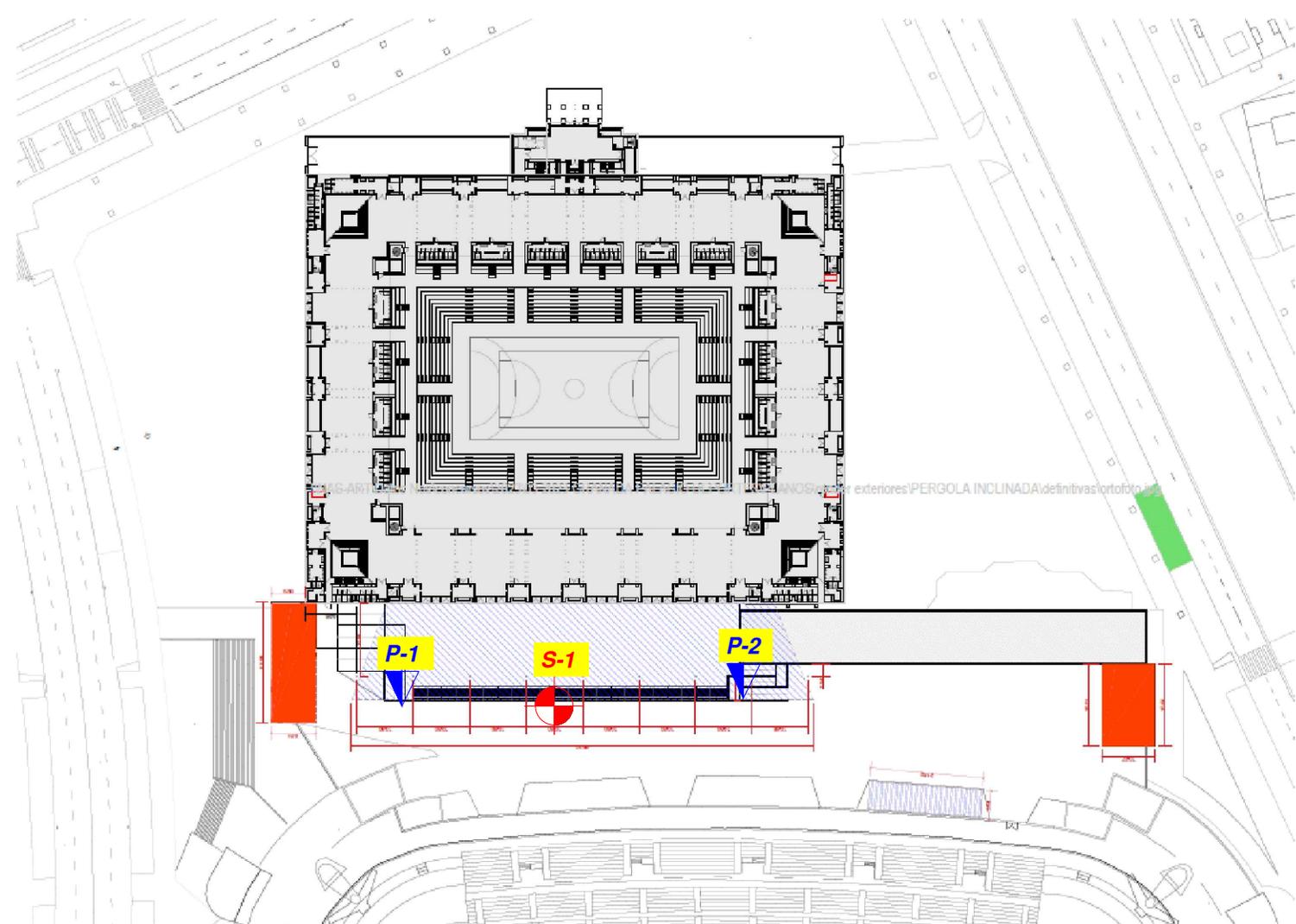
**6.3.- ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA**

**6.4.- ACTA DE SONDEO DE RECONOCIMIENTO**

**6.5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

**6.6.- ACTAS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

## **6.1.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS**



**LEYENDA**

-  Sondeo geotécnico
-  Ensayo de Penetración dinámica

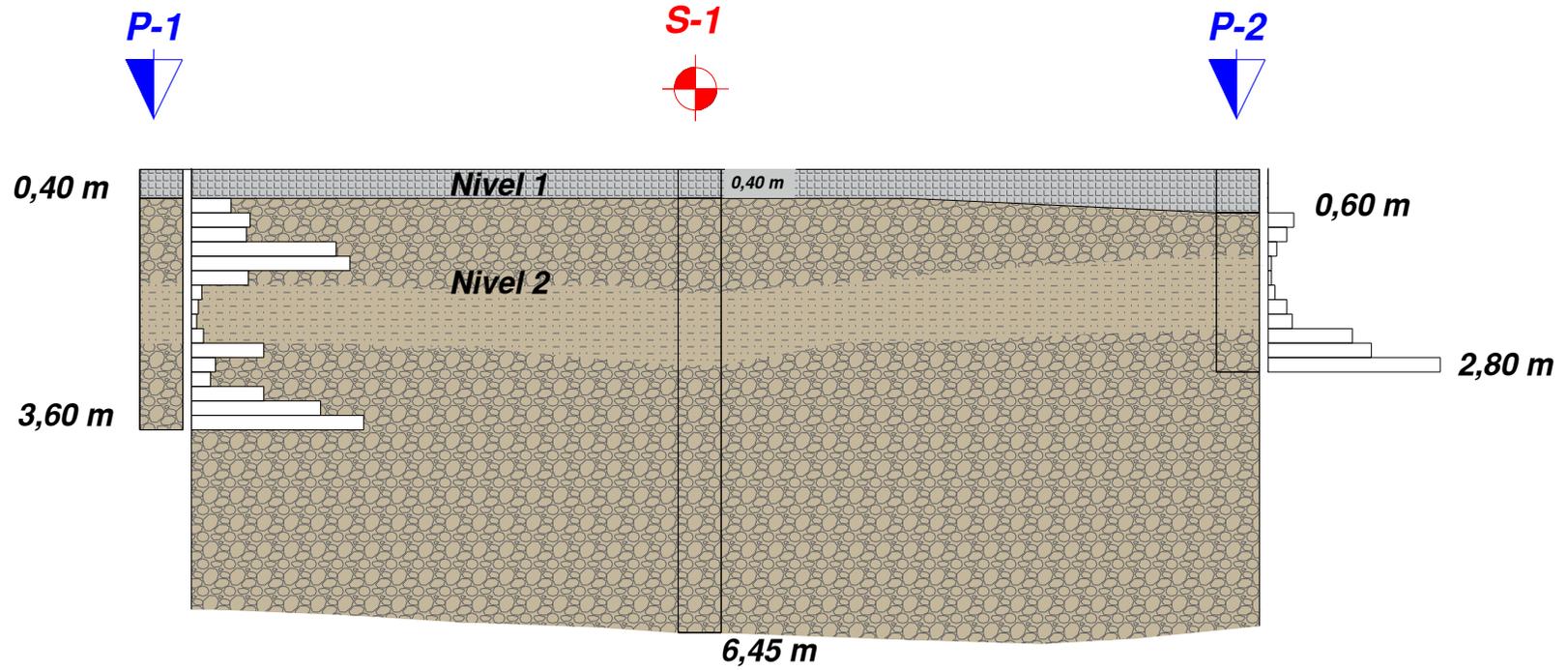


**CROQUIS SITUACIÓN DE ENSAYOS EN PALACIO DE DEPORTES DE GRANADA (GRANADA)**

ENCARGO:		<b>REDONDO Y TRUJILLO ARQUITECTOS S.L.P.</b>	
PLANO:	<b>CROQUIS SITUACIÓN DE ENSAYOS</b>		SUSTITUYE A:
ESCALA:	<i>s/e</i>	DATOS TÉCNICOS:	REALIZADO POR:
EXPEDIENTE:	<b>IG-771323</b>	N. PLANO:	<b>Mª BEGOÑA FDEZ. DE LA HIGUERA LDO. GEOLOGÍA</b>
		FECHA:	<b>SEPTIEMBRE 2023</b>

Este croquis es un documento de carácter informativo. La responsabilidad de los datos aquí presentados es de los autores. No se garantiza la exactitud de los datos aquí presentados. Este croquis no debe utilizarse para fines de obra sin la aprobación expresa de los autores.

## **6.2.- PERFIL GEOLÓGICO DE LA PARCELA**



**LEYENDA**

**NIVEL 1: SOLERA DE HORMIGÓN**



**NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES CUATERNARIOS.**



*Nota: Ubicación aproximada de los ensayos. La profundidades exactas de los niveles se reconocen sólo en los puntos concretos donde han sido realizados. Los demás espesores son interpretaciones que pueden diferir de la realidad.*

		<b>PERFIL GEOLÓGICO DE ENSAYOS EN PALACIO DE DEPORTES DE GRANADA (GRANADA)</b>	
ENCARGO: <b>REDONDO Y TRUJILLO ARQUITECTOS S.L.P.</b>			
PLANO: <b>PERFIL GEOLÓGICO DE ENSAYOS</b>		SUSTITUYE A:	
ESCALA: <b>s/e</b>	DATOS TÉCNICOS:		REALIZADO POR: <b>M<sup>º</sup> BEGOÑA FDEZ. DE LA HIGUERA LDO. GEOLOGÍA</b>
EXPEDIENTE: <b>IG-771323</b>	N. PLANO: <b>1</b>	FECHA: <b>SEPTIEMBRE 2023</b>	

### **6.3.-ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA**

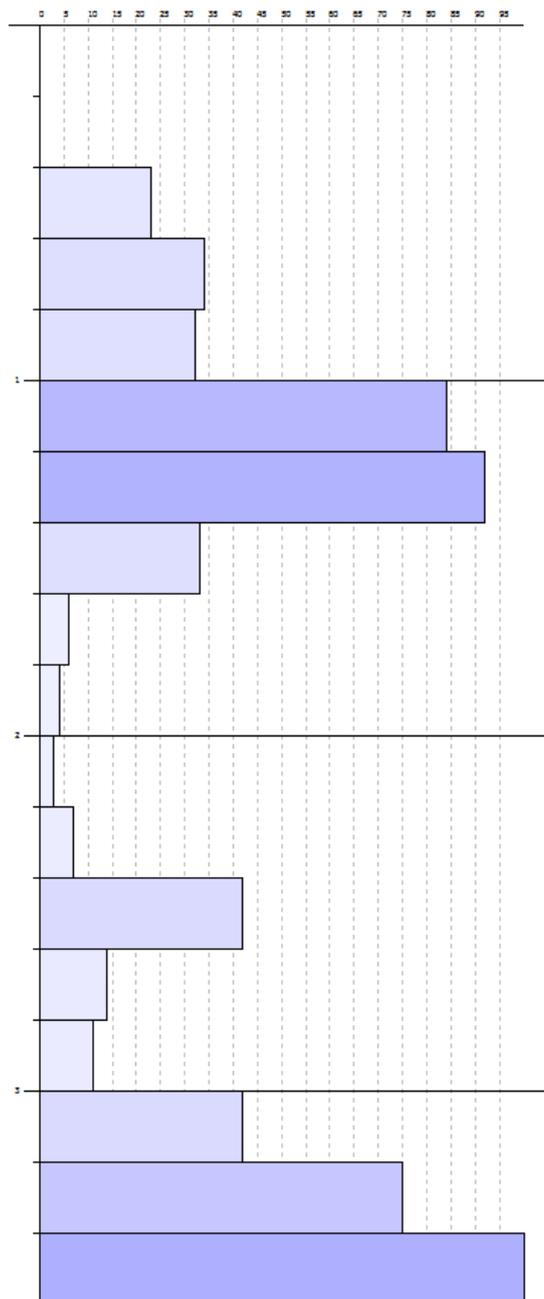
CLIENTE: **REDONDO Y TRUJILLO ARQUITECTOS S.L.P.**  
 Proyecto: **MARQUESINA**  
 Localización: **PALACIO DE DEPORTES DE GRANADA (GRANADA)**  
 Cota: **0,00 m respecto explanada**  
 Nivel Freático: **No se detecta.**

Sonda: Rolatec ML 60 A

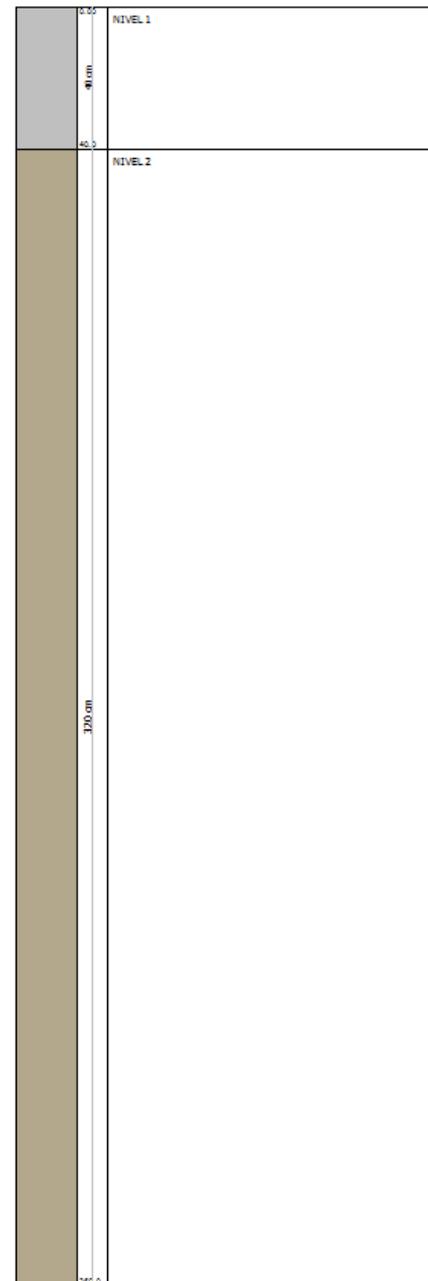
DPSH B

Peso de la maza: 63,5Kg ± 0,5Kg  
 Altura de Caída: 750 cm ± 20 cm

Número de golpes penetración puntaza



Interpretación Estratigráfica



Responsable Técnico del Ensayo

Director Técnico del Laboratorio

Fdo.: M<sup>a</sup> Begoña Fdez. de la Higuera

Fdo.: Francisco Manuel Gámiz Malagón

Los ensayos se han realizado según las normas UNE-EN ISO 22476-2:2008/A1:2014 UNE-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014

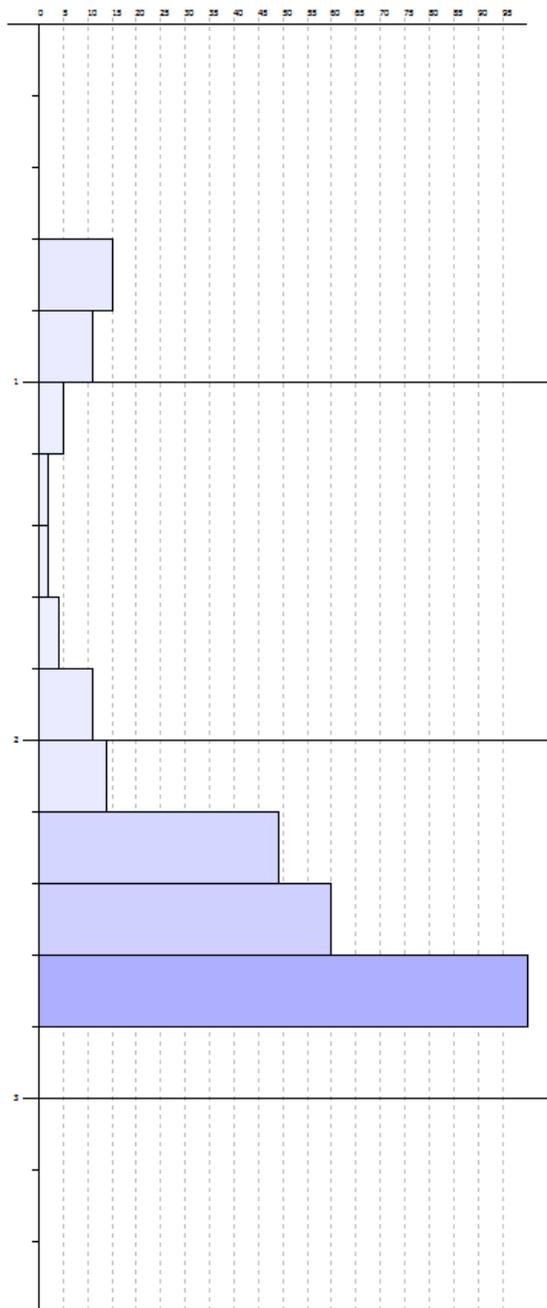
CLIENTE: **REDONDO Y TRUJILLO ARQUITECTOS S.L.P.**  
 Proyecto: **MARQUESINA**  
 Localización: **PALACIO DE DEPORTES DE GRANADA (GRANADA)**  
 Cota: **0,00 m respecto explanada**  
 Nivel Freático: **No se detecta.**

Sonda: Rolatec ML 60 A

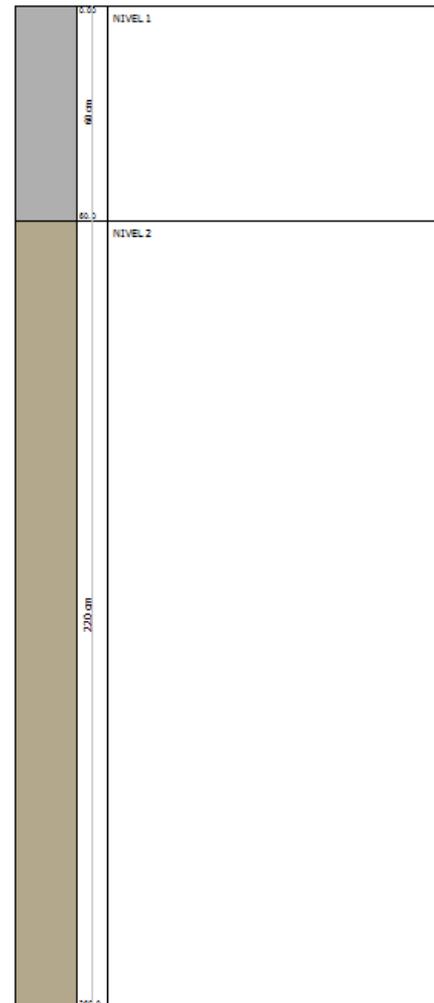
DPSH B

Peso de la maza: 63,5Kg ± 0,5Kg  
 Altura de Caída: 750 cm ± 20 cm

Número de golpes penetración puntaza



Interpretación Estratigráfica



Responsable Técnico del Ensayo

Director Técnico del Laboratorio

Fdo.: M<sup>a</sup> Begoña Fdez. de la Higuera

Fdo.: Francisco Manuel Gámiz Malagón

Los ensayos se han realizado según las normas UNE-EN ISO 22476-2:2008/A1:2014 UNE-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014

#### **6.4.- ACTA DE SONDEO DE RECONOCIMIENTO**

**Acta de Sondeo Geotécnico a Rotación**

**Referencia: IG-771323**

PROMOTOR: REDONDO Y TRUJILLO ARQUITECTOS S.L.P.			FECHA INICIO: 30 AGOSTO 2.023			COTA DEL ENSAYO: 0,00 m respecto explanada			SONDEO: S-1 (Hoja 1 de 1)			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 6,45 m NIVEL FREÁTICO: No se detecta					
PROYECTO: MARQUESINA																	
Profundidad (m)	Recuperación (%)	Columnas	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	MUESTRAS		LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			Clasif. USCS	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/kg suelo s.	COMPRESIÓN SIMPLE kgf/cm <sup>2</sup>	HINCHAMIENTO LIBRE %	ENSAYOS DE CORTE C (Kp/cm <sup>2</sup> )	Ø
				Instr.	S.P.T.	LL	LP	IP	5	0,4	0,08						
0,00			<b>NIVEL 1: SOLERA DE HORMIGÓN</b>  Solera de hormigón con forjado redondo de diámetro 0,80 cm  0,40 m														
1,00			<b>NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO.</b>  Depósitos aluviales cuaternarios representados por una alternancia de tramos granulares con tramos cohesivos.														
2,00			De 0,40 m a 1,70 m: Grava y gravilla subredondeada, heterométrica y poligenética con predominio de naturaleza metamórfica (esquistos y mármoles) envueltas en una matriz areno limosa de tono marrón grisácea.	GOLPEO: 3/3/4	1,80												
					N=7												
			De 1,70 m a 2,70 m: Arcillas limosa de tonos marrones con grava heterométrica, subredondeada y poligenética.		2,25												
3,00																	
4,00			De 2,70 m a 6,45 m: Grava y gravilla subredondeada, heterométrica y poligenética con predominio de naturaleza metamórfica (esquistos y mármoles) envueltas en una matriz areno limosa de tono marrón grisácea a gris en profundidad.	GOLPEO: 14/11/12	4,00												
					N=23												
					4,45												
5,00																	
6,00				GOLPEO: 25/31/25	6,00												
					N=R												
					6,45												
Fin del ensayo a 6,45 m																	

## **6.5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

- **Detalle ensayo de penetración:**



**Ensayo de penetración DPSH-1**



**Ensayo de penetración DPSH-2**

- **Detalle del sondeo geotécnico de reconocimiento S-1:**



**Sondeo S-1**

- Detalle cajas del sondeo geotécnico de reconocimiento S-1:



Caja nº 1: 0,00 m a 3,00 m.



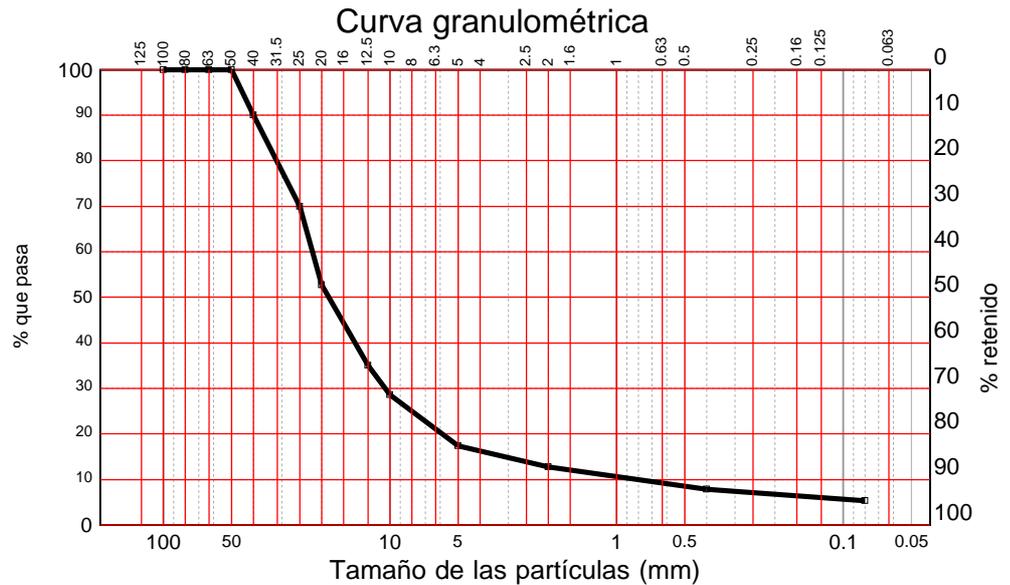
Caja nº 2: 3,00 m a 6,00 m.

**6.6.- ACTAS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas. Los informes son propiedad confidencial del Cliente, pueden ser reproducidos libremente por él o por personas autorizadas, teniendo en cuenta que si el nombre del Laboratorio de SGS TECNOS es citado o implicado, tal reproducción o publicación deberá ser literal y completa.

ACTA: <b>2023/20119</b> ID MUESTRA: <b>GG.2023/4297</b> ALBARÁN SGS:	GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L. (GEOTEMA) C/ PIO XII Nº 13 18360-HUETOR TAJAR Granada
CLIENTE: <b>GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L. (GEOTEMA)</b> Petición nº:	
TRABAJO: <b>MA 1521165 S.L. (GEOTEMA)</b>	
OBRA: <b>ACUERDO SGS TECNOS-GEOTEMA CNO. DE LOS MORALES S/N 18360 HUETOR TAJAR</b>	
FECHA RECOGIDA: <b>31/08/2023</b> SUMINISTRADOR:	
RECOGIDO POR: <b>CLIENTE</b> RECOGIDO EN: <b>IG-771323 M-1</b>	
MATERIAL: <b>SUELO</b> TIPO MUESTREO: <b>MP</b>	

GRANULOMETRÍA DE PARTÍCULAS UNE 103101:1995	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100.0
80	100.0
63	100.0
50	100.0
40	90.1
25	70.0
20	52.8
12.5	35.1
10	28.6
5	17.4
2	12.8
0.4	7.9
0.08	5.4



Método de análisis: Lavado y tamizado

Coefficiente de uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	20.40
Coefficiente de concavidad	$Cc = D_{30}^2/(D_{60} \cdot D_{10})$	4.63

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (83.0%)	gruesas De 19 a 75 mm.	49.6%
	finas De 4.75 a 19 mm.	33.4%
Arenas (11.9%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	4.2%
	medias De 0.425 a 2 mm.	4.8%
	finas De 0.075 a 0.425 mm.	3.0%
Limos y arcillas	Menos de 0.075 mm.	5.0%

Clasificación USCS S/ASTM D2487
GP-GM : Grava pobremente gradada con limo

Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)
Grupo: A-1-a (0) Materiales granulares. Fragmentos de roca, grava y arena

*[Firma]*

SGS Tecnos, S.A.

7 de septiembre de 2023

*[Firma]*

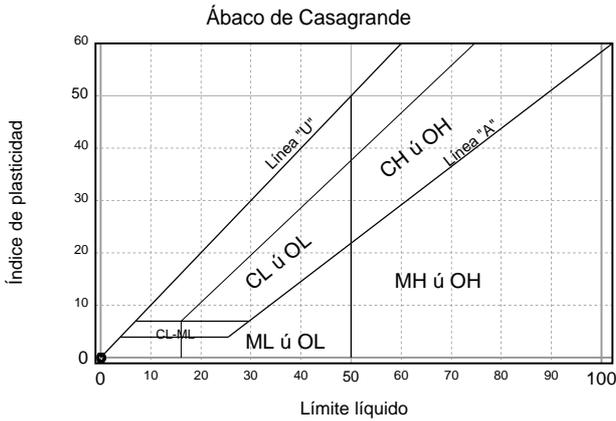
Fdo. Pedro Saez de Tejada Hitos  
 Director Técnico  
 Ldo. Ciencias Geológicas

Fdo. Francisco Javier Villoldo Salvador  
 Responsable de Ensayos  
 Ldo. Ciencias Químicas

SGS TECNOS, S.A.
POLIGONO JUNCARIL. C/LANJARÓN, COMPLEJO PROICA, NAVE 31 18210 PELIGROS (GRANADA)
Laboratorio inscrito con Nº AND-L-191 en el Registro de Laboratorios de la Junta de Andalucía

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas. Los informes son propiedad confidencial del Cliente, pueden ser reproducidos libremente por él o por personas autorizadas, teniendo en cuenta que si el nombre del Laboratorio de SGS TECNOS es citado o implicado, tal reproducción o publicación deberá ser literal y completa.

<b>ACTA:</b> 2023/20119 <b>ID MUESTRA:</b> GG.2023/4297 <b>ALBARÁN SGS:</b> <b>CLIENTE:</b> GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L. (GEOTEMA) <b>Petición nº:</b> <b>TRABAJO:</b> 02 94523665 <b>OBRA:</b> ACUERDO SGS TECNOS-GEOTEMA <b>CNO. DE LOS MORALES S/N 18360 HUETOR TAJAR</b>	<b>GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L. (GEOTEMA)</b> <b>C/ PIO XII Nº 13</b> <b>18360-HUETOR TAJAR</b> <b>Granada</b>
<b>FECHA RECOGIDA:</b> 31/08/2023 <b>SUMINISTRADOR:</b> <b>RECOGIDO POR:</b> CLIENTE <b>RECOGIDO EN:</b> IG-771323 M-1 <b>MATERIAL:</b> SUELO <b>TIPO MUESTREO:</b> MP	



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93	
Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

ARIDOSRELLENOCAPAGRANULAR.Sulfatos solubles en los suelos S/UNE 103201:1996 y UNE 103201:2003 Err		
% SO3	%	0.00
SO4	mg/kg	0.00

Fdo. Pedro Saez de Tejada Hitos  
 Director Técnico  
 Ldo. Ciencias Geológicas

**SGS Tecnos, S.A.**

7 de septiembre de 2023

Fdo. Francisco Javier Villoldo Salvador  
 Responsable de Ensayos  
 Ldo. Ciencias Químicas

SGS TECNOS, S.A.
POLIGONO JUNCARIL. C/LANJARÓN, COMPLEJO PROICA, NAVE 31 18210 PELIGROS (GRANADA)
Laboratorio inscrito con Nº AND-L-191 en el Registro de Laboratorios de la Junta de Andalucía