

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Urbanización de Polígono industrial
O Outeiro, Carballo, A Coruña.



Peticionario: Calvo conservas, S.L.U.
Referencia: 19101788
Diciembre de 2019

ESTABILIZA GEOTECNIA S.L.
Paradela 41, Lores
36969 Meaño. Pontevedra
Tlf: 886 161 171

info@estabilizageotecnia.com

INDICE

1. OBJETO DE ESTUDIO	3
2. MARCO GEOLÓGICO	3
3. SISMICIDAD	6
4. TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO EMPLEADAS	8
4.1. Reconocimiento superficial del terreno	8
4.2. Ensayo de penetración dinámica superpesado (DPSH)	8
4.3. Calicatas mecánicas de reconocimiento	9
4.4. Ensayos de laboratorio	10
5. COTAS DE INICIO	11
6. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	11
7. PRESENCIA DE AGUA	14
7.1. Mediciones de los niveles de agua	14
7.2. Permeabilidad de los materiales (coeficientes de permeabilidad)	15
7.3. Recomendaciones	16
8. EXCAVABILIDAD Y SOSTENIMIENTO DE LOS MATERIALES	17
8.1. Excavabilidad	17
8.2. Sostenimiento	17
9. TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	18
9.1. Consideraciones a tener en cuenta.	18
9.2. Cálculo de la tensión admisible del terreno	19
9.3. Cálculo de los asientos	20
9.4. Explanadas	23
9.5. Recomendaciones de la cimentación	25
10. CONCLUSIONES	27

ANEJOS AL INFORME:

ANEJO 1.- EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN DE LOS PUNTOS ESTUDIADOS.

ANEJO 2.- RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

ANEJO 3.- REGISTRO DE LAS CALICATAS.

ANEJO 4.- CÁLCULO DE ASIENTOS.

ANEJO 5.- RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEJO 6.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

ANEJO 7.- TABLA DE FORMACIÓN DE EXPLANADAS.

ANEJO 8.- CERTIFICADO DE COLEGIACIÓN.

1. OBJETO DE ESTUDIO

Por petición de Calvo conservas, S.L.U. se ha realizado por parte de estabiliza geotecnia S.L. una serie de trabajos de investigación de cara a definir los parámetros geotécnicos necesarios para la urbanización de un polígono industrial.

Dicho polígono se sitúa en el lugar de O Outeiro en Carballo, A Coruña, anexo al existente actualmente y donde se ubica la planta de elaboración de conservas.

En la visita realizada a la parcela se observó que la zona objeto de estudio, presenta una pendiente descendente hacia el sur, por donde discurre el cauce del Río Anllóns.



Foto aérea de la zona de estudio.

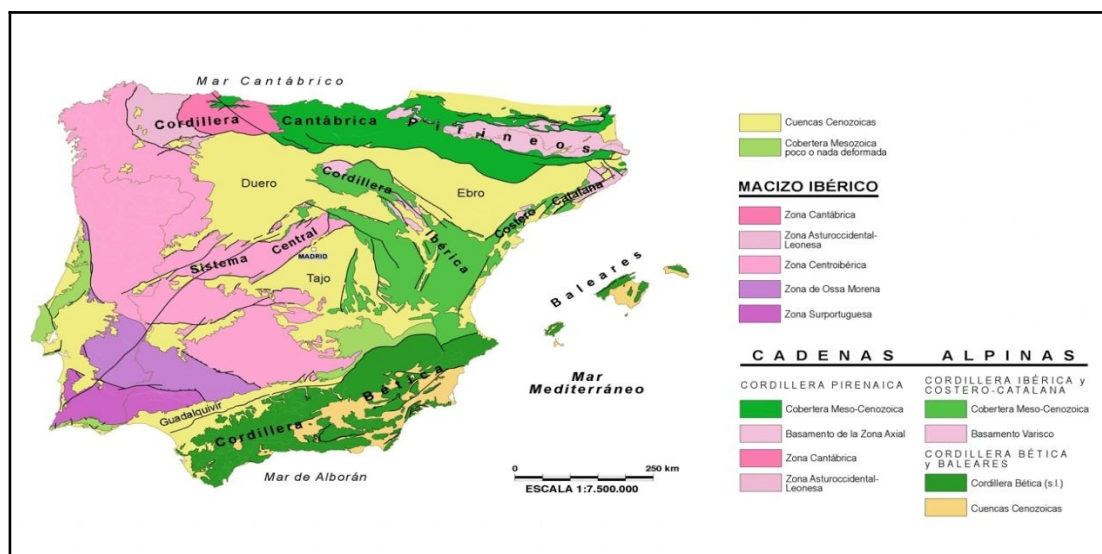
Los límites del solar objeto de estudio son los siguientes:

- pista de tierra, al norte.
- Parcela con fábrica de conservas, al este.
- Parcelas sin edificar en el resto de límites.

(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados y anejo 6: Reportaje fotográfico).

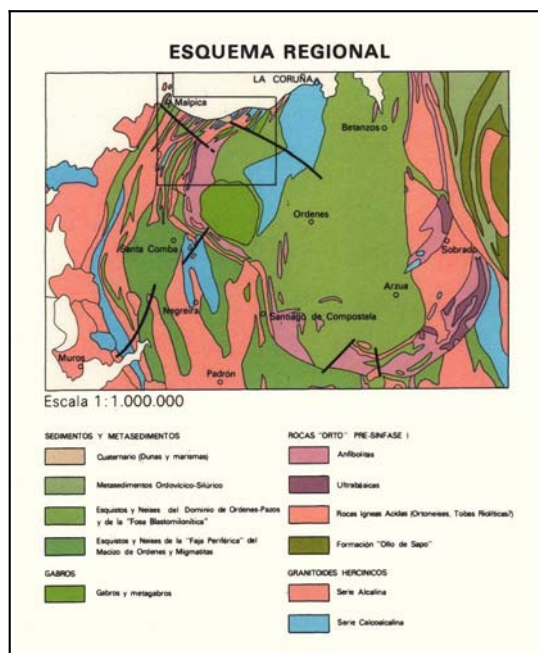
2. MARCO GEOLÓGICO

Geográficamente, el área estudiada se sitúa en el noroeste de la provincia de a coruña, concretamente dentro del concello de Carballo. Desde el punto de vista tectónico y estructural, la superficie investigada se incluye en la “Zona Centro Ibérica” definida por Julivert en 1972.



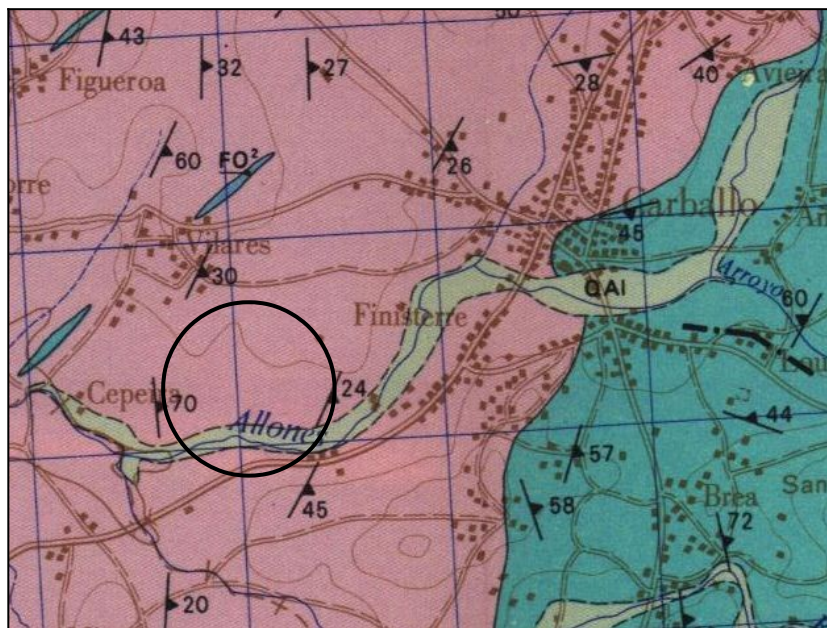
Compartimentación estructural de la Península Ibérica.

En el esquema regional, presentado a continuación, se aprecia el entorno geológico de la zona donde se proyecta la obra descrita.



Esquema geológico general.

En el plano geológico a escala 1/50.000, presentado a continuación, se concreta la ubicación geológica del ámbito de actuación, dentro de la Hoja Nº 44 (Sisargas - Carballo) de la serie MAGNA E 1:50.000, publicada por el ITGE en 1978.



Hoja Nº 44 (Sisargas - Carballo)

A grandes rasgos en la hoja de Sisargas Carballo se observan varias litologías que se pueden agrupar en tres unidades diferentes que se detallan a continuación:

1. Dominio de Ordenes-Pazos formada por:

Serie de Ordenes consiste en una serie de esquistos constantes, albíticos en la base, con alguna capa de cuarcitas negras y situadas sobre gneis alcalinos. Los materiales de esta serie, ocupan junto a la granodiorita precoz casi toda la zona oriental.

Sinclinal de Pazos constituida por una serie de esquistos con acusada monotonía, alterada únicamente por la presencia en su base de esquistos albíticos. En el punto donde desaparecen las capas albíticas y la serie se vuelve exclusivamente micácea, aparece algunas capas finas de cuarcitas carbonosas.

2. Dominio Periférico del Macizo de Ordenes aunque hay abundante desarrollo de migmatitas e intrusiones de granitos alcalinos hercínicos, en la parte occidental se reconoce claramente una serie esquistosa y metaareniscas intercaladas.

3. Dominio de la Fosa Blastomilonítica situada entre las bandas de ortogneis afloran bandas de cuarzo esquistos y gneises, en general albíticos.

Sobre estos materiales aparecen recubrimientos Cuaternarios asociados sobre todo a depósitos costeros y fluviales.

Los materiales cartografiados en la zona de estudio se corresponden con anfibolitas.

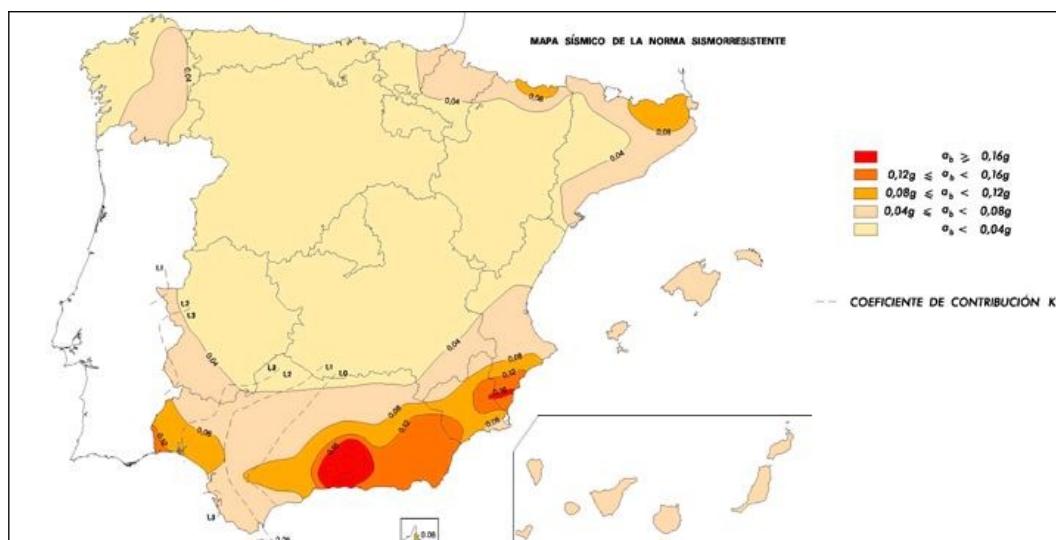
3. SISMICIDAD

A efectos del cumplimiento de la Norma de construcción sismorresistente NCSE-02 se clasifica a la edificación proyectada como de “**importancia normal**”.

Según esta clasificación, la norma será de aplicación excepto en los siguientes casos:

- Cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- 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 0,08g. No obstante la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, a_b , es igual o mayor de 0,08g.

Según los valores publicados en la norma, para el Ayuntamiento de Carballo se obtiene un valor de $a_b < 0.04$ g así como un coeficiente de contribución $K = 1.00$ (ver mapa de peligrosidad sísmica), por lo que en este caso la norma si será de obligado cumplimiento.



Mapa de peligrosidad sísmica de España.

La aceleración sísmica de cálculo viene dada por la siguiente expresión:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde:

a_b : Aceleración sísmica básica. En el caso de Carballo se considera 0,04g.

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción. Es un factor adimensional que toma los siguientes valores:

Construcciones de normal importancia $\rho=1,0$

Construcciones de especial importancia $\rho=1,3$

S: Coeficiente de amplificación del terreno función del producto $\rho \cdot a_b$ que toma los siguientes valores:

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,10 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,10 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b \leq 0,40 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,10 \right) \cdot \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \geq 0,40 \text{ g} \quad S = 1,00$$

Siendo C el coeficiente del terreno que depende de las características geotécnicas del terreno de apoyo de la cimentación:

Tipo de terreno	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Coeficiente C	1,00	1,30	1,60	2,00

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400 \text{ m/s}$.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200 \text{ m/s}$.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s \leq 200$ m/s.

Se adoptará como valor C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con un espesor con su espesor e_i , en una profundidad de 30 metros, mediante la expresión:

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

Para la obra objeto de estudio, y en función de los ensayos realizados y la geología regional, se consideran los espesores indicados en el cuadro para cada uno de los tipos de terreno:

Tipo de terreno	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Espesor e_i (m)	26,00	0,00	3,00	1,00

Se obtiene de esta manera el siguiente valor de C:

$$C = 1,09$$

Así tomando los valores de $a_b = 0,04$ g y $\rho = 1,00$ se obtiene el siguiente valor de la aceleración sísmica de cálculo:

$$a_c = 0,0350 \text{ g}$$

Estos cálculos se han realizado considerando una valor de $a_b = 0,04$ g. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, basándonos en los valores publicados en la norma, para el Ayuntamiento de Carballo se obtiene un valor de $a_b < 0,04$ g, por lo que en este caso la norma no será de obligado cumplimiento.

4. TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO EMPLEADAS

4.1. Reconocimiento superficial del terreno

Se ha realizado una inspección superficial de la parcela, prestando especial atención a la presencia de taludes, rellenos, circulaciones de agua y cualquier otro aspecto que pudiese condicionar los trabajos de construcción, así como las características resistentes del terreno.

En esta inspección se han planificado igualmente los puntos de investigación, procurando elegir aquellos que nos ofrezcan una mayor información, siempre que su acceso sea posible.

En el momento de la visita, la parcela de estudio se encontraba libre de edificaciones, y contaba con accesos adecuados para los equipos de prospección.

4.2. Ensayo de penetración dinámica superpesado (DPSH)

Este ensayo, muy común en investigación geotécnica, se realiza siguiendo la normativa UNE-EN ISO 22476-2 y consiste en la hincada de una puntaza de acero cilíndrica terminada en forma cónica (50,50 mm de diámetro y vértice de 90°) mediante el golpeo ejecutado por una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 75 cm con una cadencia determinada. La energía generada por el golpeo es transmitida a la puntaza mediante un varillaje macizo de acero de 33 mm de diámetro.

El ensayo se dará por finalizado cuando se satisfagan alguna de las siguientes condiciones:

- Se alcance la profundidad que previamente se haya establecido.
- Se superen los 100 golpes para una penetración de 20 cm. Es decir $N_{20} > 100$.
- Cuando tres valores consecutivos de N_{20} sean iguales o superiores a 75 golpes.
- El valor del par de rozamiento supere los 200 N.m.

Se han realizado **3 ensayos de penetración dinámica** con el fin de conocer las características del subsuelo en función de su compacidad, factor que está directamente relacionado con la resistencia a la penetración en punta, por tanto con el golpeo (N_{20}), obteniendo así información del espesor de los diferentes niveles geotécnicos.

En todos los ensayos realizados, se ha alcanzado la profundidad de rechazo, dándose por finalizados al obtener un $N_{20} > 100$. A continuación se presenta una tabla que recoge la profundidad alcanzada en cada ensayo de penetración dinámica respecto a la cota de inicio de cada ensayo:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3
Profundidad (m)	1,75	2,20	3,59

(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados y anejo 2: Resultado de los ensayos de penetración dinámica).

4.3. Calicatas mecánicas de reconocimiento

Se han abierto un total de seis calicatas de reconocimiento, con el fin fundamental de:

- Conocer la naturaleza de los suelos presentes en el ámbito de actuación
- Medir el espesor de los suelos de recubrimiento.

A continuación se presenta una tabla que recoge la nomenclatura y profundidad alcanzada en cada calicata de reconocimiento respecto a la cota de inicio de cada ensayo:

Calicata	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Profundidad (m)	2,50	1,60	0,70	2,70	2,50	3,40

Se ha observado en todas las calicatas la presencia de un sustrato rocoso completamente a moderadamente alterado, del que se ha tomado una muestra de suelo en la calicata C-1, así como una muestra de agua en la calicata C-4.

La situación de las calicatas se presenta en el anejo 1 (Emplazamiento y situación de los puntos estudiados) y los registros de su testificación en el anejo 3 (Registro de las calicatas).

4.4. Ensayos de laboratorio

Con objeto de identificar y caracterizar los diferentes materiales existentes en el subsuelo, sobre la muestra de suelo obtenida en la calicata C-1 a una profundidad de 1,50 metros se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

- 1 Densidad aparente y humedad natural (UNE 103300:39 y 103301:94)
- 1 Granulometría (UNE 103 101 95).
- 1 Límites de Atterberg (UNE 103 103 y 103 104).
- 1 Ensayo Proctor modificado (UNE 103501:94)
- 1 Índice C.B.R en laboratorio (UNE 103502:95)
- 1 Contenido en materia orgánica (UNE 103204:94)
- 1 Contenido en sulfatos solubles (UNE 83962:11)
- Contenido en sales solubles en suelos (NLT-114:94)

En la siguiente tabla se recogen los resultados obtenidos en los ensayos:

Granulometría (mm)				Plasticidad		Densidad aparente seca(g/cm ³)	Densidad aparente húmeda (g/cm ³)	Humedad %
5	2	0,4	0,08	LL	LP			
99,8	99,0	93,6	79,0	41,7	26,4	1,90	2,124	11,78

Sulfatos (% SO ₄)	Materia orgánica (% SO ₄)	Sales solubles (%)	Ensayo Proctor		Índice C.B.R.
			Densidad máxima	Humedad óptima	
No contiene	0,229	0,128	1,80	17,55	15,48

En base a estos resultado se clasifica al suelo según SUCS como un limo de baja plasticidad con arena ML, según HRB como un suelo A-7- 6 y según PG3 como un suelo tolerable.

En cuanto al valor del resultado del ensayo de densidad aparente, se considera este resultado como anómalo probablemente debido a la presencia de algún fragmento de roca en el terrón seleccionado para realizar el ensayo.

Se ha realizado igualmente el análisis químico del agua obtenida en la calicata C-4, a fin de determinar el grado de agresividad que presenta hacia el hormigón, obteniéndose los siguientes resultados:

Ensayo	Valor de pH	Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	Residuo seco (mg/l)	Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	Magnesio (Mg ₂ ⁺) (mg/l)	Dióxido de Carbono (CO ₂) (mg/l)
Resultado	6,2	0,03	104	18	2,8	16,28

En el anejo 5 (Resultado de los ensayos de laboratorio) se pueden consultar las actas con los resultados de los ensayos realizados.

5. COTAS DE INICIO

Como se ha mencionado en el apartado 1 (objeto de estudio y antecedentes), en la visita realizada a la parcela se observó que el solar objeto de estudio, presenta una ligera pendiente descendente hacia el sur.

Se ha procedido por parte de **Estabiliza Geotecnia** a tomar las cotas de inicio de los ensayos realizados, considerando como referencia la topografía facilitada.

A continuación se presenta una tabla con las cotas de inicio de los puntos investigados referenciándolos a la topografía facilitada:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Cota (m)	163,25	162,25	155,5	163,20	162,80	161,60	156,50	155,10	155,30

(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados)

6. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

El subsuelo del solar estudiado está constituido principalmente por 3 unidades o niveles geotécnicos: suelo vegetal y relleno antrópico, esquisto alterado en grado V y esquisto alterado en grado IV-III.

Seguidamente se describen los principales niveles geotécnicos y sus características geomecánicas:

NIVEL 1

Suelo vegetal y relleno antrópico: arena limosa de color marrón negruzco y compacidad suelta. Presenta materia orgánica y restos de raíces. En la calicata C-6 se observó la presencia de un nivel superficial de relleno antrópico constituido por arena limosa de color marrón oscuro y compacidad suelta que engloba restos de materiales antrópicos.

Se trata de materiales de muy baja compacidad, los golpes obtenidos en los ensayos de penetración son bajos, con valores de N_{DPSH} entre 0 y 5, y erráticos con golpes esporádicos más elevados hasta $N_{DPSH} = 13$.

Los espesores interpretados de este material oscilan entre 0,40 y 1,40 metros, y se recogen en la siguiente tabla:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Espesor (m)	0,40	0,60	1,40	0,50	0,60	0,50	0,60	0,60	1,50
Cota de techo del nivel	163,25	162,25	155,50	163,20	162,80	161,60	156,50	155,10	155,30
Cota de base del nivel	162,85	161,65	154,10	162,70	162,20	161,10	155,90	154,50	153,80

Los parámetros geomecánicos estimados para materiales de estas características son:

- Angulo de rozamiento interno $\Phi = 26^\circ$.
- Densidad $1,60 \text{ g/cm}^3$.
- Cohesión $C_u = 0,00 \text{ Kp/cm}^2$.

No se considera un material adecuado para el apoyo de la cimentación debido a su baja compacidad, así como a la heterogeneidad de los materiales que lo componen y la presencia de materia orgánica.

NIVEL 2

Esquisto alterado en grado V: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso con tonos negros y anaranjados por oxidación. Se encuentra completamente alterado a suelo formando un limo arenoso de consistencia blanda a media-compacta en profundidad.

Los golpes obtenidos en los ensayos de penetración son bajos, con valores de N_{DPSH} entre 10 y 20, y pasa en profundidad a valores de 20 – 70 golpes hasta alcanzar el rechazo del ensayo.

Los espesores interpretados de este material oscilan entre 1,40 y 2,60 metros, y se recogen en la siguiente tabla:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Espesor (m)	1,35	1,60	2,00	>2,00	0,00	0,00	>2,10	>1,90	>1,90
Cota de techo del nivel	162,85	161,65	154,10	162,80	162,20	161,60	156,50	155,10	153,80
Cota de base del nivel	161,50	160,05	152,10	<160,80	162,20	161,60	<154,40	<153,20	<151,90

De este material se ha tomado una muestra alterada de suelo en la calicata C-1 a una profundidad de 1,50 metros para ser ensayada en el laboratorio. A continuación se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio:

Granulometría (mm)				Plasticidad		Densidad aparente seca(g/cm ³)	Densidad aparente húmeda (g/cm ³)	Humedad %
5	2	0,4	0,08	LL	LP			
99,8	99,0	93,6	79,0	41,7	26,4	1,90	2,124	11,78

Sulfatos (% SO ₄)	Materia orgánica (% SO ₄)	Sales solubles (%)	Ensayo Proctor		Índice C.B.R.
			Densidad máxima	Humedad óptima	
No contiene	0,229	0,128	1,80	17,55	15,48

Observando los resultados de la granulometría y de la determinación de los límites de Atterberg se ha podido clasificar este material a partir de la clasificación de suelos (USCS), en Lambe y Whitman, 1981 como un **suelo ML: limo de baja plasticidad con arena**.

Los parámetros geomecánicos estimados para materiales de estas características son:

- Angulo de rozamiento interno $\Phi = 28-30^\circ$.
- Densidad 1,70-1,90 g/cm³.
- Cohesión $C_u = 0,20 - 0,30 \text{ Kp/cm}^2$.

Se ha realizado la evaluación de la agresividad de éste nivel frente al hormigón armado. Para ello se ha realizado el ensayo de contenido en sulfatos del suelo según norma UNE 83963, obteniéndose un valor de contenido nulo, con lo que según la norma EHE 2008 se clasifica al material como **“no agresivo”** al hormigón.

NIVEL 3

Esquisto alterado en grado IV-III: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso. Resistencia débil e intensamente fracturada. La fracción alterada a condición de suelo genera una grava arenosa de compacidad densa.

Sobre este material se obtiene el rechazo de los ensayos de penetración dinámica.

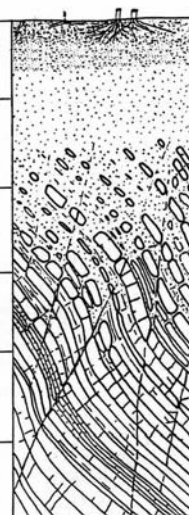
Los parámetros geomecánicos estimados para materiales de estas características son:

- Angulo de rozamiento interno $\Phi = 31 - 33^\circ$.
- Densidad 1,90-2,10 g/cm³.
- Cohesión $C_u = 0,30 \text{ Kp/cm}^2$.

(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados, anejo 2: Resultado de los ensayos de penetración dinámica, anejo 3: Registro de las calicatas y anejo 5: Resultado de los ensayos de laboratorio).

A modo de recordatorio se adjunta una tabla en la que se expone la clasificación a partir de la cual se han estimado los grados de alteración:

GRADO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
VI	Suelo residual	La roca está totalmente descompuesta en un suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original. El material permanece "in situ" y existe un cambio de volumen importante.
V	Roca completamente meteorizada	Todo el material está descompuesto a un suelo. La estructura original de la roca se mantiene intacta.
IV	Roca meteorizada	Más de la mitad del material está descompuesto a suelo. Aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma discontinua.
III	Roca moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material está descompuesto a suelo. Aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma continua o en zonas aisladas.
II	Roca ligeramente meteorizada	La roca y los planos de discontinuidad presentan signos de decoloración. Toda la roca ha podido perder su color debido a la meteorización y superficialmente ser más débil que la roca sana.
I	Roca sana	La roca no presenta signos visibles de meteorización. Pueden existir ligeras pérdidas de color, pequeñas manchas de óxidos en los planos de discontinuidad.



7. PRESENCIA DE AGUA

7.1. Mediciones de los niveles de agua

Se ha detectado presencia de agua en todos los ensayos realizados, excepto en el P-1 y la calicata C-3.

El agua detectada se corresponde con aguas de escorrentía e infiltración, que circula principalmente por el contacto del nivel 1 (suelo vegetal y relleno antrópico) con los niveles inferiores, si bien en profundidad se observa igualmente agua freática en el seno de los niveles geotécnicos 2 y 3 (esquisto alterado en grado V y en grado IV-III).

En la tabla siguiente se indican las profundidades a las que se detectó el nivel freático respecto a la superficie del terreno y respecto a la topografía facilitada:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Respecto terreno natural	Seco a -1,60	-0,40	-1,10	-2,80	-0,90	Seco a -0,70	-1,00	-0,60	-1,20
Respecto la topografía facilitada.	Seco a 161,65	161,85	154,40	160,40	161,90	Seco a 160,90	155,50	154,50	154,10

Se ha de destacar que en la zona baja de la parcela se observaba agua encharcada en múltiples puntos y escorrentía superficial que se dirigía hacia el sur de la parcela.

Se ha tomado una muestra de agua en la calicata C-4 una profundidad de 1,00 metros, para su análisis en el laboratorio, y poder determinar el grado de agresividad que presenta al hormigón.

En la siguiente tabla se recogen los resultados del ensayo realizado:

Ensayo	Valor de pH	Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	Residuo seco (mg/l)	Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	Magnesio (Mg ₂ ⁺) (mg/l)	Dióxido de Carbono (CO ₂) (mg/l)
Resultado	6,2	0,03	104	18	2,8	16,28
Clasificación según EHE						
Débil	6,5-5,5	15-30	75-150	200-600	300-1000	15-40
Medio	5,5-4,5	30-60	50-75	600-3000	1000-3000	40-100
Fuerte	<4,5	>60	< 50	>3000	>3000	>100

Del análisis realizado se desprende que el agua presenta **“agresividad débil”** al hormigón, según norma EHE.

(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados, anejo 2: Resultado de los ensayos de penetración dinámica, anejo 3: Registro de las calicatas y anejo 5: Resultado de los ensayos de laboratorio).

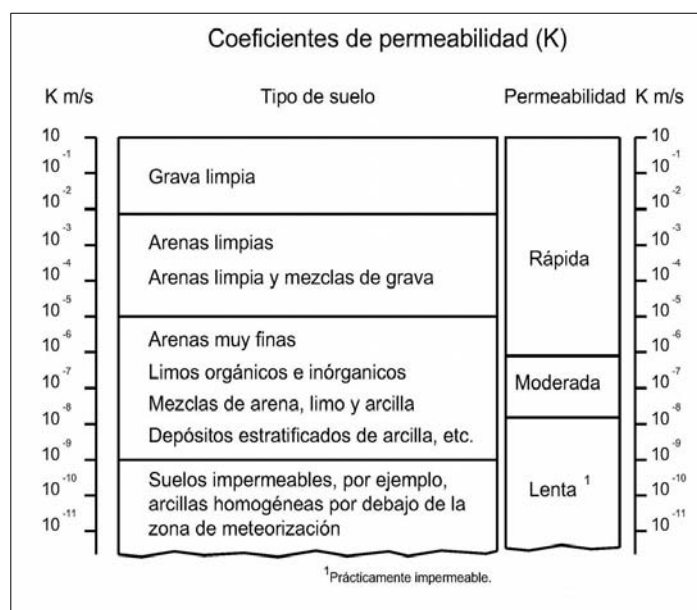
7.2. Permeabilidad de los materiales (coeficientes de permeabilidad)

El nivel geotécnico 1 (suelo vegetal y relleno antrópico) es muy permeable (permeabilidad rápida), de manera que el drenaje de aguas superficiales tiene lugar por infiltración y posterior evacuación a lo largo del contacto con las unidades infrayacentes. El coeficiente de permeabilidad (K) estimado para este tipo de materiales toma valores comprendidos entre 10^{-2} - 10^{-5} m/s.

El nivel geotécnico 2 (esquisto alterado en grado V) se trata de materiales de permeabilidad media - baja (*permeabilidad moderada – lenta*). La mayor o menor permeabilidad dependerá del contenido en finos y del grado de compacidad-esponjamiento. El coeficiente de permeabilidad (k) estimado para este tipo de materiales toma valores comprendidos entre 10^{-7} - 10^{-9} m/s.

El nivel geotécnico 3 (esquisto alterado en grado IV-III) se trata de materiales de permeabilidad media - baja (*permeabilidad moderada – lenta*). La mayor o menor permeabilidad dependerá del contenido en finos y del grado de compacidad-esponjamiento. El coeficiente de permeabilidad (k) estimado para este tipo de materiales toma valores comprendidos entre 10^{-7} - 10^{-9} m/s.

A continuación se expone una tabla que recoge los valores de coeficiente de permeabilidad obtenidos para diferentes tipos de materiales:



7.3. Recomendaciones

Teniendo en cuenta las cotas de aparición del agua y las cotas de cimentación previstas; se estima que el agua existente en el subsuelo afectará a las labores de excavación, sostenimiento y cimentación proyectadas, al encontrarse a cotas superficiales.

En la zona sur de la parcela (topográficamente más baja y plana) se recomienda realizar drenajes y recogida de las aguas de escorrentía, reconduciendo las mismas a fin de evitar la acumulación de agua en superficie.

A medida que se avance con el vaciado del solar, la excavación se verá afectada por la presencia de agua, por lo que se recomienda realizar un bombeo controlado de la misma, y diseñar un sistema de drenaje y/o captación que deprima o reconduzca el agua, alejándola de la cimentación.

Sería recomendable evitar realizar las excavaciones en épocas de lluvias intensas, a fin de que el nivel freático se encuentre lo más deprimido posible.

Debe tenerse especial cuidado a la hora de realizar los cajeados de la cimentación, procurando mantener el nivel de apoyo de la cimentación en contacto con el agua el menor tiempo posible (tanto aguas freáticas como aguas de lluvia y/o escorrentías). Un contacto prolongado del terreno con el agua podría producir el reblandecimiento de los materiales más alterados, haciéndolos perder parte de su capacidad portante.

Por ello se recomienda el vertido de una capa de hormigón de limpieza inmediatamente después de alcanzar la cota de cimentación prevista.

En caso de ser necesario dejar la excavación abierta por tiempo prolongado se recomienda dejar un resguardo de al menos 0,50 metros de terreno, que no se excavará hasta el momento de verter el hormigón de limpieza.

(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados, anejo 2: Resultado de los ensayos de penetración dinámica y anejo 3: Registro de las calicatas).

8. EXCAVABILIDAD Y SOSTENIMIENTO DE LOS MATERIALES

8.1. Excavabilidad

Dada la naturaleza de los materiales observados en el subsuelo de la parcela, se estima que los materiales correspondientes a los niveles geotécnico 1 y 2 (suelo vegetal y relleno antrópico; y esquisto alterado en grado V) podrán ser excavados mediante métodos convencionales sencillos, al menos hasta la cota de rechazo de los ensayos de penetración dinámica.

Por debajo de dicha cota y para el caso del nivel geotécnico 3 (esquisto alterado en grado IV-III), no se descarta que sea necesario el uso del martillo neumático para su ripado.

8.2. Sostenimiento

A la hora de evaluar el sostenimiento de los niveles geotécnicos del subsuelo, se deberán de tener en cuenta las siguientes consideraciones previas:

- Naturaleza de los niveles geotécnicos a excavar:
El nivel geotécnico 1 (suelo vegetal y relleno antrópico), presenta unas propiedades geomecánicas muy deficientes, no se puede garantizar su estabilidad en talud.

Los niveles geotécnicos 2 y 3 (esquisto alterado en grado V y esquisto alterado en grado IV-III) presentan unos parámetros geotécnicos más favorables, con lo que muestra un grado de estabilidad en talud aceptable.
- La entidad de la excavación:
Las excavaciones previstas se corresponden con las labores de saneo de materiales inadecuados, por lo que se estima que la altura de los taludes generados será de baja entidad.
- Cota de aparición del agua:
Se ha detectado presencia de agua a cotas superficiales, con lo que es de esperar que las labores de excavación se vean afectadas por la presencia de agua.

Teniendo en cuenta esta serie de consideraciones, se recomienda realizar el proceso de excavación con especial cuidado, evitando la verticalidad de las mismas.

El material más superficial (suelo vegetal y relleno antrópico), deberá retirarse de la cabecera de los taludes, o en su defecto disponerse muy tendidos (relación 1H:1V).

Los niveles geotécnicos 2 y 3 (esquisto alterado en grado V y esquisto alterado en grado IV-III) presentan unos parámetros de corte más favorables y una compacidad elevada, podrá disponerse de forma más inclinada (relación 2H:3V).

En aquellos casos en que por falta de espacio no se pueda dar a las excavaciones las inclinaciones antes recomendadas se deberán realizar las excavaciones al abrigo de contenciones adecuadas, entibando las mismas a medida que se profundiza si es necesario.

Para el cálculo de los elementos de contención que sea necesario ejecutar, se recomienda que se adopten los parámetros geotécnicos estimados en el apartado 5 para los distintos materiales presentes en la parcela.

9. Tensión admisible del terreno. Condiciones de cimentación

9.1. Consideraciones a tener en cuenta.

- Según datos facilitados no se prevén estructuras que precisen de elementos de cimentación de gran importancia, y en cualquier caso su cota de cimentación se situaría lo más superficial posible.
- El subsuelo del solar estudiado esta constituido principalmente por 3 unidades o niveles geotécnicos: suelo vegetal y relleno antrópico , esquisto alterado en grado V y esquisto alterado en grado IV-III.
- El nivel geotécnico 1 (suelo vegetal y relleno antrópico) no se considera apto para recibir el apoyo de cimentaciones, debido a su baja compacidad y elevado contenido en materia orgánica.
- Los niveles geotécnicos 2 y 3 (esquisto alterado en grado V y esquisto alterado en grado IV-III) sí se consideran aptos para soportar el apoyo de cimentaciones
- Se ha detectado presencia de agua a cotas superficiales con lo que es de esperar que las labores de excavación y cimentación se vean afectadas por el nivel freático

9.2. Cálculo de la tensión admisible del terreno

El cálculo de la tensión admisible del terreno se ha llevado a cabo mediante el cálculo inicial de la presión de hundimiento (tensión límite del terreno) a la que posteriormente se le aplicará un factor de seguridad igual a 3 para obtener así una tensión admisible del terreno.

El calculo de la presión de hundimiento del terreno se realizará mediante la fórmula general de Terzaghi para suelos cohesivos:

$$q_h = c \cdot N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

qh: Presión de hundimiento
c: Cohesión del terreno
q: Sobrecarga a nivel de cimentación
γ: Peso específico del terreno bajo el nivel de cimentación
B: Ancho de la cimentación
D: Profundidad de cimentación
Nc, Nq, Nγ: Factores de capacidad de carga dependiente de φ

Para el cálculo de los factores de capacidad de carga se ha optado por considerar un ángulo de rozamiento interno del material de apoyo, igual a 28º, obteniéndose los siguientes valores: Nq = 14,72, Nc = 25,80 y Nγ = 14,59.

Para obtener la tensión admisible, debemos aplicarle a la presión de hundimiento un factor de Seguridad, que en este caso será de 3.

$$q_{adm} = q_h / F$$

F: Factor de seguridad

A continuación se muestran los parámetros estimados para los materiales existentes bajo la cota de cimentación:

D = 0,00 m	Γ = 1,80 g/cm ³	Φ = 28º	C = 0,20 Kp/cm ²
B = 1,00 m	Nq = 14,72	Nc = 25,80	Nγ = 14,59

En la tabla que se presenta a continuación se refleja la profundidad a la que se alcanzan las diferentes tensiones admisibles calculadas para zapatas siguiendo el método anteriormente mencionado, referida al inicio de cada ensayo y respecto a la topografía facilitada.

PROFUNDIDAD RESPECTO AL INICIO DE CADA ENSAYO

Punto Nº	Profundidad para σ_{adm} (m)		Profundidad de rechazo
	2,00 Kp/cm ²	4,00 Kp/cm ²	
P-1	-0,40	-0,80	-1,75
P-2	-0,80	-1,00	-2,20
P-3	-1,40	-2,00	-3,59

RESPECTO A LA TOPOGRAFÍA FACILITADA

Punto Nº	Cota para σ_{adm} (m)		Cota de rechazo
	2,00 Kp/cm ²	4,00 Kp/cm ²	
P-1	162,85	162,45	161,50
P-2	161,45	161,25	160,05
P-3	154,10	153,50	151,91

9.3. Cálculo de los asientos

La comprobación de los asientos previsibles se realizará siguiendo el método de Schmertmann (1970). Se trata de un método multicapa, donde el terreno se modeliza como una sucesión de capas de características geotécnicas similares.

El asiento derivado de una cimentación superficial se obtiene según la siguiente expresión:

$$S = C_1 \cdot C_2 \cdot q_{net} \cdot \sum_1^n \left(\frac{l_n \cdot \Delta z_n}{E_n} \right)$$

Siendo:

- C_1 : Coeficiente corrector en función de la profundidad del plano de cimentación.

$$C_1 = 1 - 0,5 \cdot \left(\frac{q_0}{q_{net}} \right) (\geq 0,5)$$

- C_2 : Coeficiente corrector que tiene en cuenta las deformaciones lentas.

$$C_2 = 1,0 + 0,2 \cdot \log \cdot \left(\frac{T(años)}{0,1} \right)$$

- q_0 : Tensión efectiva del terreno a cota de apoyo de la cimentación.
- q_{net} : Representa la carga neta aplicada por la cimentación.
- Δ_z : Espesor de la capa considerada.
- E : Módulo de deformación. Se obtiene en función del tipo de cimentación, la compacidad y la naturaleza del terreno de apoyo.

$$E = 2.5 q_c \quad \text{En el caso de zapatas cuadradas}$$

$$E = 3.5 q_c \quad \text{En el caso de zapatas corridas}$$

Siendo q_c la resistencia a la penetración estática del cono, la cual se puede correlacionar con el N del ensayo de penetración estándar de la siguiente forma:

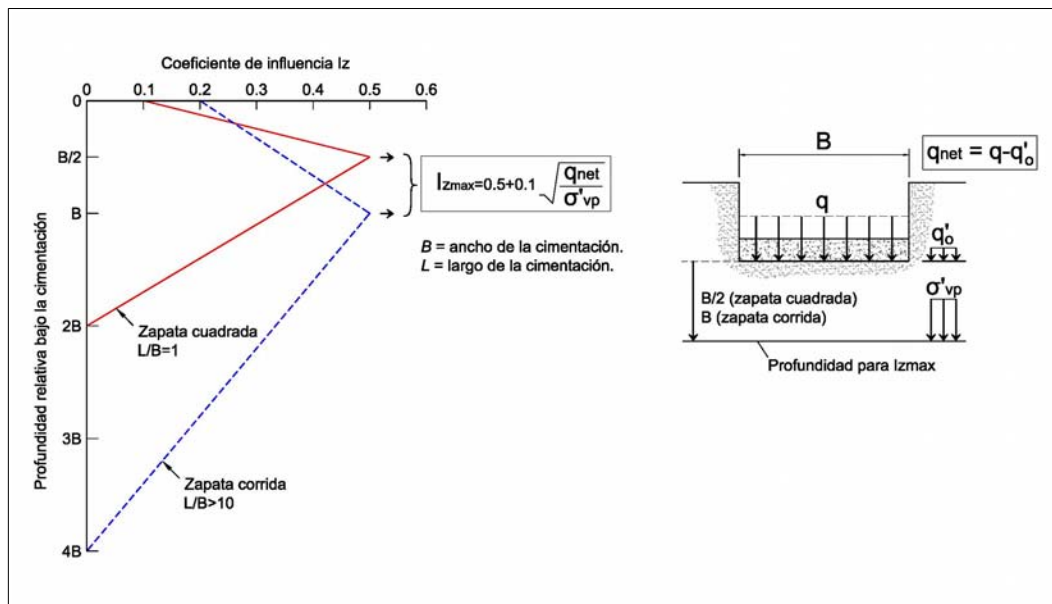
Tipo de suelo:	$q_c / N \text{ (Kp/cm}^2\text{)}$
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3 - 4
Arena media	4 - 5
Arena gruesa	5 - 8
Grava	8 - 12

- I : Factor de deformación de la capa que se obtiene, en función de la profundidad de la capa, las dimensiones de la cimentación y que tiene por valor máximo:

$$I_{Zmax} = 0,5 + 0,1 \cdot \left(\frac{q_{net}}{\sigma'_{vp}} \right)^{0,5}$$

Donde σ'_{vp} es el valor de la presión vertical efectiva a la profundidad donde se obtiene I_{Zmax} .

En la siguiente figura se recoge la variación del coeficiente I_z en función de la profundidad y de la forma de la cimentación:



El cálculo de asientos se ha desarrollado teniendo en cuenta los golpes obtenidos en los diferentes ensayos de penetración dinámica y considerando los siguientes parámetros:

- Densidad húmeda del suelo: $\gamma_h = 1,80 \text{ g/cm}^3$.
- Profundidad de cimentación: $D = 0,50$ metros. Correspondiente al canto de una cimentación tipo.
- Nivel freático: Se han considerado los valores observados en cada ensayo.

Se ha realizado el cálculo considerando la tensión admisible de $2,00 \text{ Kp/cm}^2$ a las cotas recomendadas, y para diferentes dimensiones de zapata. En el anejo 4 (Cálculos de asientos) se incluyen los resultados obtenidos para las diferentes combinaciones de zapatas.

Estos asientos son inferiores a los máximos admitidos por la bibliografía existente.

En cuanto a los asientos diferenciales, se define el asiento diferencial entre dos puntos (δS_{AB}) como la diferencia de asiento entre dos puntos cualesquiera de la cimentación.

$$\delta S_{AB} = S_B - S_A$$

A la hora de evaluar las distorsiones angulares β_{AB} que se puedan producir en la estructura, se deberá considerar el asiento diferencial entre dos puntos, en relación a la distancia entre ellos:

$$\beta_{AB} = \frac{\delta S_{AB}}{L_{AB}}$$

Si se toman en consideración los asientos entre los dos ensayos de penetración dinámica, resulta un asiento diferencial máximo, para una tensión de 2 Kp/cm², de 0,99 cm. En este caso, y considerando una distancia entre apoyos tipo de 5,00 metros se obtiene un valor de distorsión angular de:

$$\beta_{AB} = 0,00198 = 1/505$$

Este valor resulta inferior al límite establecido en el CTE DB SE-C para estructuras reticuladas con tabiquería de separación (1/500 = 0,002).

Una vez se disponga de la distribución final de la cimentación, así como de las cargas transmitidas por cada una de las zapatas se deberá comprobar que las distorsiones angulares quedan por debajo de los límites establecidos en el CTE (ver anejo 4: Cálculos de asientos).

Valores límite de servicio basados en la distorsión angular. CTE DB SE-C

Tipo de estructura	Límite
Estructuras isostáticas y muros de contención	1/300
Estructuras reticuladas con tabiquería de separación	1/500
Estructuras de paneles prefabricados	1/700
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia arriba	1/1000
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia abajo	1/2000

9.4. Explanadas

De acuerdo con la Norma 6.1-IC “Secciones de firme”, a efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{V2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 “Ensayo de carga con placa”, cuyos valores se recogen en la siguiente tabla:

Categoría de explanada	E1	E2	E3
E_{V2} (Mpa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

La formación de explanadas de las distintas categorías se recoge en la figura presentada en el anejo 7, dependiendo del tipo de suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles, según se definen en el artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes (PG-3).

Para la correcta aplicación de la figura se deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

Todos los espesores que se indican son los mínimos especificados para cualquier punto de la sección transversal de la explanada.

Los materiales empleados han de cumplir las prescripciones contenidas en los correspondientes artículos del PG-3, además de las complementarias recogidas en la siguiente tabla:

Símbolo	Definición del material	Artículo del PG-3	Prescripciones complementarias
IN	Suelo inadecuado o marginal	330	Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2
0	Suelo tolerable.	330	CBR ≥ 3 (*) En capas para formación de explanada: Contenido en mat. Orgánica $< 1\%$. Contenido en sulfatos solubles (SO_3) $< 1\%$. Hinchamiento libre $< 1\%$.
1	Suelo adecuado	330	CBR ≥ 5 (*)
2	Suelo seleccionado	330	CBR ≥ 10 (*)
3	Suelo seleccionado	330	CBR ≥ 20
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o cal	512	Espesor mínimo: 25 cm. Espesor máximo: 30 cm.
HM-20	Hormigón de relleno	610	Espesor mínimo: 15 cm.

La figura se estructura según el tipo de suelo de la explanación en el caso de los desmontes, o de la obra de tierra subyacente en el caso de los terraplenes, y los pedraplenes o los rellenos todo-uno.

Se consideran los siguientes tipos: inadecuado y marginales (IN), tolerables (0), adecuados (1), seleccionados (2), seleccionados con CBR ≥ 20 en las condiciones de puesta en obra (3) y roca (R).

A los efectos de aplicación de esta norma, los pedraplenes (artículo 331 del PG-3) y rellenos todo-uno (artículo 333 del PG-3), serán asimilables a los suelos tipo 3.

Para poder asignar a los suelos de la explanación o de la obra de tierra subyacente una determinada clasificación deberán tener un espesor mínimo de un metro (1 m) del material indicado en la figura. En caso contrario, se asignará la clasificación inmediatamente inferior.

Salvo justificación en contrario, será preceptivo proyectar una capa de separación (estabilización in

situ con cal en 15 cm de espesor, geotextil, membrana plástica, etc.) entre los suelos inadecuados o marginales con finos plásticos y las capas de suelo adecuado o seleccionado, para la formación de explanadas del tipo E2 y E3 en las categorías de tráfico pesado T00 a T2.

Los espesores prescritos en la figura no podrán ser reducidos mediante un eventual empleo de materiales de una calidad superior a la especificada en cada una de las secciones.

A excepción de la capa superficial de suelo vegetal y relleno antrópico, considerada como un nivel de suelo inadecuado que deberá ser eliminado, el nivel geotécnico 2 (esquisto alterado en grado V) puede clasificarse como *Suelo tolerable (0)*.

Estos materiales servirán de cimiento para la explanada, si bien deberá considerarse una distribución de firmes tal como se muestra en la figura presentada en el anejo 7 (Tabla de formación de explanadas) para el desarrollo de la misma.

9.5. Recomendaciones de la cimentación

Teniendo en cuenta las consideraciones y cálculos previos, se recomienda para las estructuras que sean necesarias una **cimentación superficial, considerando una tensión admisible del terreno de hasta 2,00 Kp/cm²**.

En la zona suroeste, dado elelevado espesor de materiales inadecuados, para alcanzar la cota recomendada será necesaria una cimentación profunda bien mediante pozos de cimentación rellenos con hormigón ciclópeo, bien apoyando las zapatas directamente a las cotas indicadas (y posteriormente subiendo con enanos) o bien combinando ambas técnicas.

Dicha tensión se alcanza sobre el nivel geotécnico 2 (esquisto alterado en grado V) a partir de las cotas indicadas en el apartado 10.2. En ningún caso se debe apoyar la cimentación sobre cualquier nivel superficial de suelo vegetal y/o relleno antrópico que se pueda presentar.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, es de especial importancia no dejar las excavaciones abiertas a cota de cimentación durante periodos prolongados, ya que cambios en el contenido de humedad del terreno podrían provocar un reblandecimiento de los materiales, perdiendo en parte su capacidad portante.

Por ello se recomienda realizar el vertido de una capa de hormigón de limpieza una vez alcanzada la cota de cimentación, así como la ejecución de sistemas de drenaje y bombeo que eliminen el agua en contacto con el plano de apoyo de la cimentación.

En caso de tener que dejar las excavaciones abiertas por tiempos prolongados, se deberá dejar un resguardo de al menos 0,50 metros sin excavar, que se eliminará en el momento de realizar el hormigonado.

Se podrá igualmente calcular la cimentación considerando cualquiera de las tensiones admisibles recomendadas en el apartado 10.2, siempre y cuando se alcancen las profundidades recomendadas para cada una de ellas, y se compruebe que tanto los asientos obtenidos como las distorsiones angulares resultantes se mantienen por debajo de los valores máximos recomendados.

10. CONCLUSIONES

- Por petición de calvo conservas, s.l.u. se realizaron una serie de trabajos de investigación geotécnica para la urbanización de un polígono industrial en Carballo, A Coruña.
- El subsuelo del solar estudiado está constituido principalmente tres dos unidades o niveles geotécnicos: suelo vegetal y relleno antrópico; esquisto alterado en grado V y esquisto alterado en grado IV-III.
- Se recomienda una **cimentación superficial, considerando una tensión admisible del terreno de hasta 2,00 Kp/cm²**. En la siguiente tabla se recoge la profundidad a alcanzar en cada uno de los ensayos:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3
Profundidad (m)	-0,40	-0,80	-1,40
Cota (m)	162,85	161,45	154,10

La tensión recomendada se alcanza sobre los niveles geotécnicos 2 y 3 (esquisto alterado en grado V y alterado en grado IV-III) descritos en el apartado 5 (descripción de los materiales), a las cotas indicadas. En ningún caso se deberá apoyar la cimentación sobre el nivel geotécnico 1 (suelo vegetal y relleno antrópico).

- Se ha realizado una comprobación de los asientos previsibles siguiendo el método de Schmertmann (1970). Los cálculos se han realizado para los dos ensayos de penetración dinámica realizados, obteniéndose valores por debajo de los máximos admitidos en la “bibliografía existente”.
- Dada la naturaleza de los materiales aparecidos en el subsuelo de la parcela, se estima que los materiales descritos en el apartado 5 del presente informe podrán ser excavados mediante métodos convencionales sencillos, al menos hasta la cota de rechazo de los ensayos de penetración dinámica. Por debajo de dicha cota y para el caso del nivel geotécnico 3 (esquisto alterado en grado IV-III), no se descarta que sea necesario el uso de martillo neumático para su ripado.
- Teniendo en cuenta las consideraciones del apartado 8.2 sostenimiento se recomienda realizar el proceso de excavación con especial cuidado evitando la verticalidad de las mismas.

El material más superficial (suelo vegetal y relleno antrópico), deberá retirarse de la cabecera de los taludes, o en su defecto disponerse muy tendidos (relación 1H:1V).

Los niveles geotécnicos 2 y 3 (esquisto alterado en grado V y esquisto alterado en grado IV-III) presentan unos parámetros de corte más favorables, podrán disponerse de forma más inclinada (relación 2H:3V).

En aquellos casos en que por falta de espacio no se pueda dar a las excavaciones las inclinaciones antes recomendadas se deberán realizar las excavaciones al abrigo de las contenciones adecuadas, entibando las mismas a medida que se profundiza si es necesario.

Para el cálculo de los elementos de contención que sea necesario ejecutar, se recomienda que se adopten los parámetros geotécnicos estimados en el apartado 5 para los distintos materiales presentes en la parcela.

- Se ha detectado presencia de agua e cotas superficiales. Por ello es de esperar que los trabajos de excavación y/o cimentación se vean afectados por la presencia de nivel freático.
- En la zona sur de la parcela (topográficamente más baja y plana) se recomienda realizar drenajes y recogida de las aguas de escorrentía, reconduciendo las mismas a fin de evitar la acumulación de agua en superficie.

A medida que se avance con el vaciado del solar, la excavación se verá afectada por la presencia de agua, por lo que se recomienda realizar un bombeo controlado de la misma, y diseñar un sistema de drenaje y/o captación que deprima o reconduzca el agua, alejándola de la cimentación.

Sería recomendable evitar realizar las excavaciones en épocas de lluvias intensas, a fin de que el nivel freático se encuentre lo más deprimido posible.

Debe tenerse especial cuidado a la hora de realizar los cajeados de la cimentación, procurando mantener el nivel de apoyo de la cimentación en contacto con el agua el menor tiempo posible (tanto aguas freáticas como aguas de lluvia y/o escorrentías). Un contacto prolongado del terreno con el agua podría producir el reblandecimiento de los materiales más alterados, haciéndolos perder parte de su capacidad portante.

Por ello se recomienda el vertido de una capa de hormigón de limpieza inmediatamente después de alcanzar la cota de cimentación prevista.

En caso de ser necesario dejar la excavación abierta por tiempo prolongado se recomienda dejar un resguardo de al menos 0,50 metros de terreno, que no se excavará hasta el momento de verter el hormigón de limpieza.

- Se ha tomado una muestra alterada de suelo del nivel geotécnico 2 (esquisto alterado en grado V) a una profundidad de 1,50 metros sobre la que se determinó el contenido en sulfatos; obteniéndose un resultado de "**no agresivo**" al hormigón.

Se ha realizado el análisis de la muestra de agua obtenida en el ensayo S-1, obteniéndose un resultado de "**agresividad débil**" al hormigón.

A la vista del grado de agresividad que presenta el suelo frente al hormigón, se deberá contemplar un ataque químico Q_a en los elementos de hormigón que estuviesen en contacto con dicho material.

ESTE INFORME, CONSTA DE 30 PÁGINAS NUMERADAS (INCLUIDA ESTA).
SE PRESENTA A CONTINUACIÓN UN ANEJO DE 35 PÁGINAS NO NUMERADAS.

Meaño, 8 de enero de 2019



Augusto Valiño Rial

Ingeniero de Minas

Nº Col. 3050 COIMNE



ANEJOS AL INFORME:

ANEJO 1:
EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN DE PUNTOS ESTUDIADOS.



SITUACIÓN
S/E



SITUACIÓN
S/E

**Estabiliza
Geotecnia**

REFERENCIA:

19101788

TÍTULO DEL PLANO:

SITUACIÓN
DE LOS PUNTOS ESTUDIADOS

PETICIONARIO:

CALVO CONSERVAS, S.L.U.

Paradela 41, Lores
36969 - Meaño, pontevedra
886 161 171
info@estabilizageotecnia.com

OBRA:

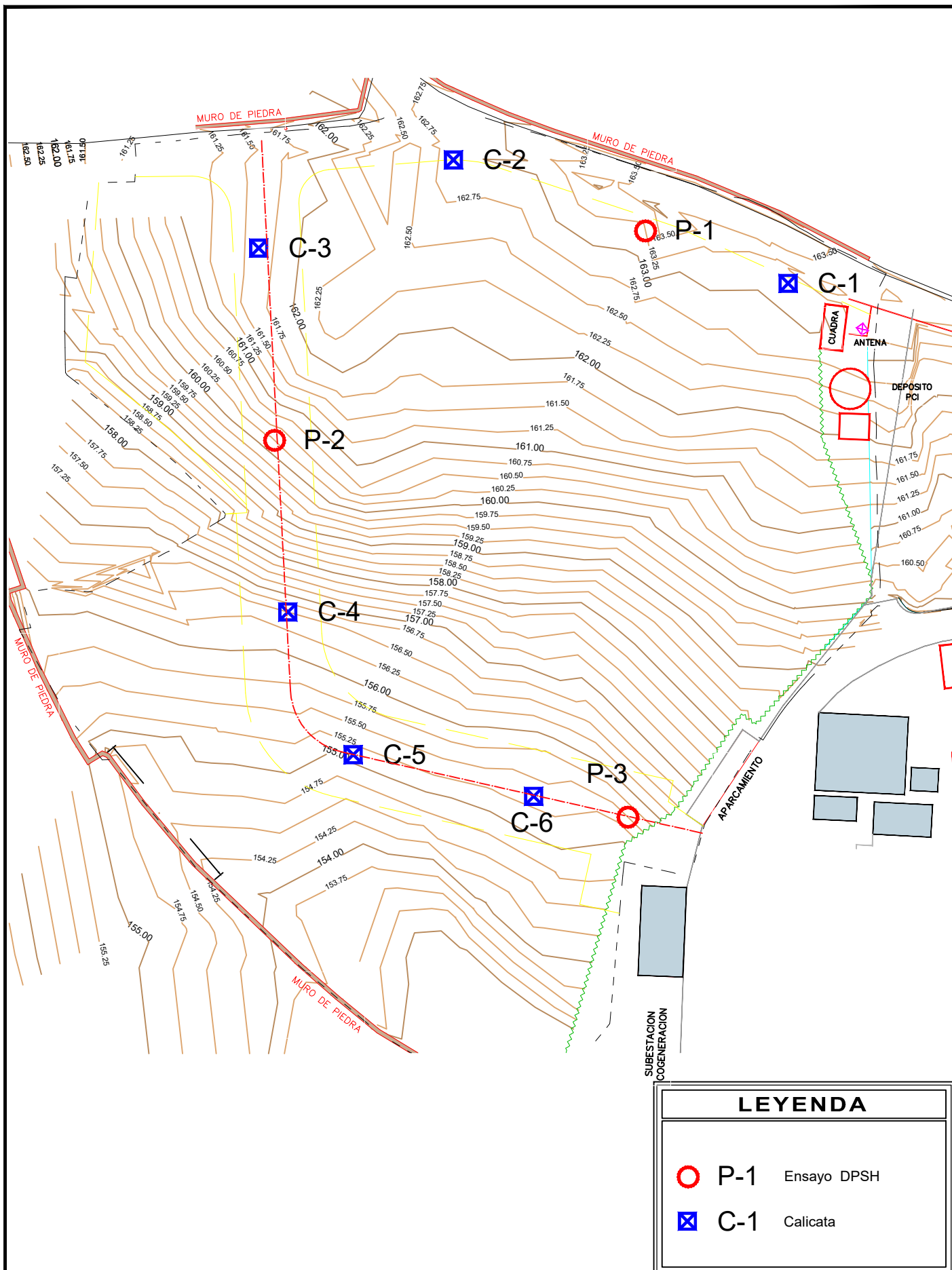
URBANIZACIÓN DE POLÍGONO
INDUSTRIAL


SITUACIÓN:

O OUTEIRO, CARBALLO, A CORUÑA

FECHA:

ENERO
2020



 <p>Paradela 41, Lores 36969 - Meaño, pontevedra 886 161 171 info@estabilizageotecnia.com</p>	REFERENCIA: 19101788	TÍTULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO DE LOS PUNTOS ESTUDIADOS	PETICIONARIO: CALVO CONSERVAS, S.L.U.
	OBRA: URBANIZACIÓN DE POLÍGONO INDUSTRIAL	SITUACIÓN: O OUTEIRO, CARBALLO, A CORUÑA	FECHA: ENERO 2020

ANEJO 2:
RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

OBRA: Urbanización de Polígono industrial

REFERENCIA OBRA: 19101788

SITUACIÓN: O Outeiro, Carballo, A Coruña

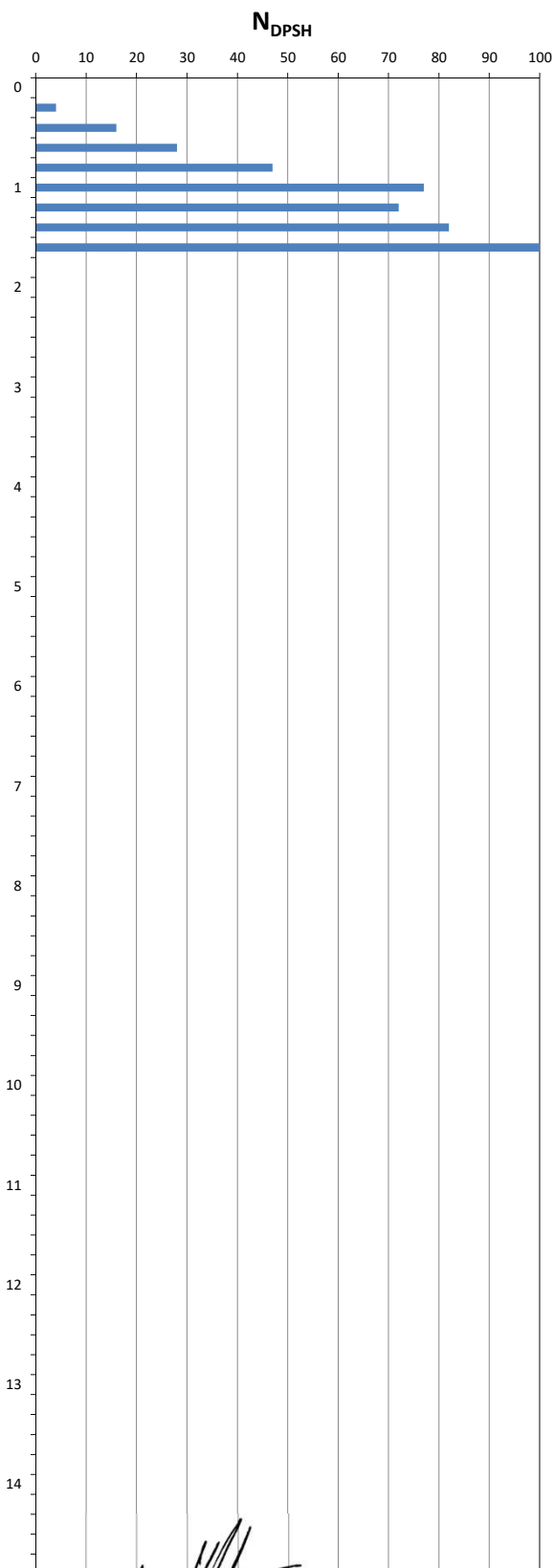

FECHA: 29/11/2019

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 1,75 m.

COTA DE INICIO: 163,25 m.

PRESENCIA DE AGUA: NO DETECTADA

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO N _{DPSH}
0,0-0,2	HINCA
0,2-0,4	4
0,4-0,6	16
0,6-0,8	28
0,8-1,0	47
1,0-1,2	77
1,2-1,4	72
1,4-1,6	82
1,6-1,8	100
1,8-2,0	
2,0-2,2	
2,2-2,4	
2,4-2,6	
2,6-2,8	
2,8-3,0	
3,0-3,2	
3,2-3,4	
3,4-3,6	
3,6-3,8	
3,8-4,0	
4,0-4,2	
4,2-4,4	
4,4-4,6	
4,6-4,8	
4,8-5,0	
5,0-5,2	
5,2-5,4	
5,4-5,6	
5,6-5,8	
5,8-6,0	
6,0-6,2	
6,2-6,4	
6,4-6,6	
6,6-6,8	
6,8-7,0	
7,0-7,2	
7,2-7,4	
7,4-7,6	
7,6-7,8	
7,8-8,0	
8,0-8,2	
8,2-8,4	
8,4-8,6	
8,6-8,8	
8,8-9,0	
9,0-9,2	
9,2-9,4	
9,4-9,6	
9,6-9,8	
9,8-10,0	
10,0-10,2	
10,2-10,4	
10,4-10,6	
10,6-10,8	
10,8-11,0	
11,0-11,2	
11,2-11,4	
11,4-11,6	
11,6-11,8	
11,8-12,0	
12,0-12,2	
12,2-12,4	
12,4-12,6	
12,6-12,8	
12,8-13,0	
13,0-13,2	
13,2-13,4	
13,4-13,6	
13,6-13,8	
13,8-14,0	
14,0-14,2	
14,2-14,4	
14,4-14,6	
14,6-14,8	
14,8-15,0	

 AUGUSTO VALIÑO RIAL
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

OBRA: Urbanización de Polígono industrial

REFERENCIA OBRA: 19101788

SITUACIÓN: O Outeiro, Carballo, A Coruña

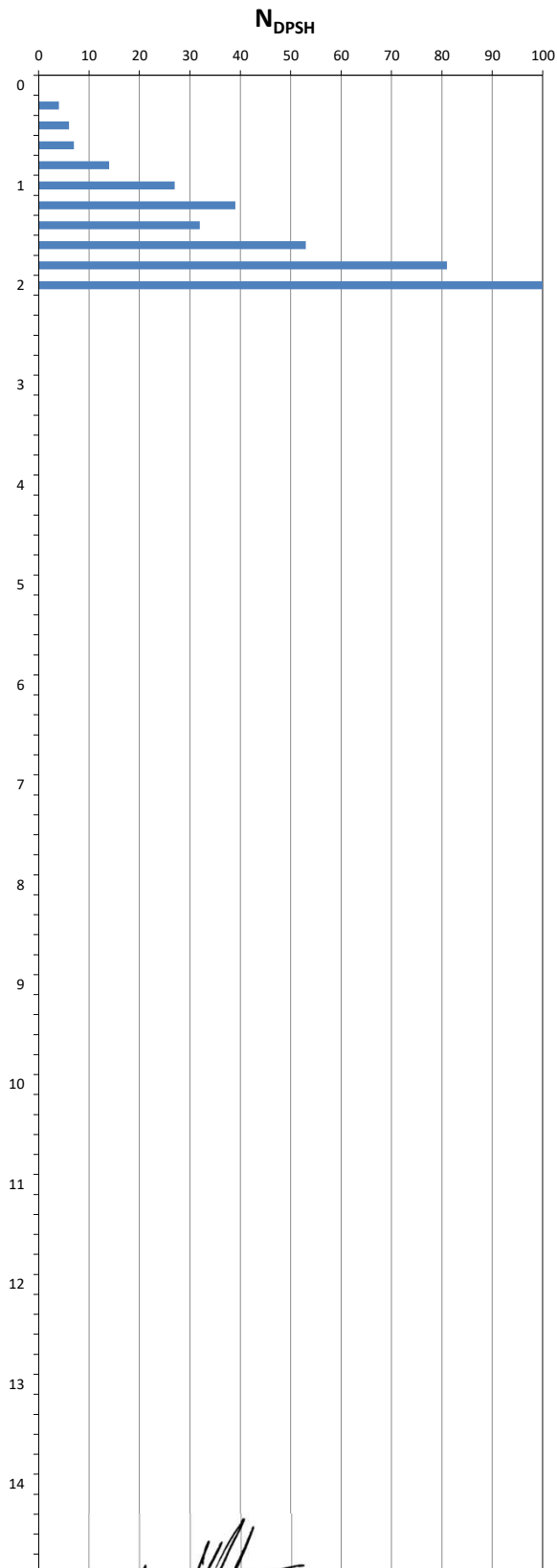
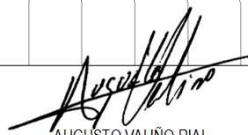
FECHA: 29/11/2019

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 2,20 m.

COTA DE INICIO: 162,25 m.

PRESENCIA DE AGUA: 0,40 m.

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO N _{DPSH}
0,0-0,2	HINCA
0,2-0,4	4
0,4-0,6	6
0,6-0,8	7
0,8-1,0	14
1,0-1,2	27
1,2-1,4	39
1,4-1,6	32
1,6-1,8	53
1,8-2,0	81
2,0-2,2	100
2,2-2,4	
2,4-2,6	
2,6-2,8	
2,8-3,0	
3,0-3,2	
3,2-3,4	
3,4-3,6	
3,6-3,8	
3,8-4,0	
4,0-4,2	
4,2-4,4	
4,4-4,6	
4,6-4,8	
4,8-5,0	
5,0-5,2	
5,2-5,4	
5,4-5,6	
5,6-5,8	
5,8-6,0	
6,0-6,2	
6,2-6,4	
6,4-6,6	
6,6-6,8	
6,8-7,0	
7,0-7,2	
7,2-7,4	
7,4-7,6	
7,6-7,8	
7,8-8,0	
8,0-8,2	
8,2-8,4	
8,4-8,6	
8,6-8,8	
8,8-9,0	
9,0-9,2	
9,2-9,4	
9,4-9,6	
9,6-9,8	
9,8-10,0	
10,0-10,2	
10,2-10,4	
10,4-10,6	
10,6-10,8	
10,8-11,0	
11,0-11,2	
11,2-11,4	
11,4-11,6	
11,6-11,8	
11,8-12,0	
12,0-12,2	
12,2-12,4	
12,4-12,6	
12,6-12,8	
12,8-13,0	
13,0-13,2	
13,2-13,4	
13,4-13,6	
13,6-13,8	
13,8-14,0	
14,0-14,2	
14,2-14,4	
14,4-14,6	
14,6-14,8	
14,8-15,0	

 AUGUSTO VALIÑO RIAL
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

OBRA: Urbanización de Polígono industrial

REFERENCIA OBRA: 19101788

SITUACIÓN: O Outeiro, Carballo, A Coruña

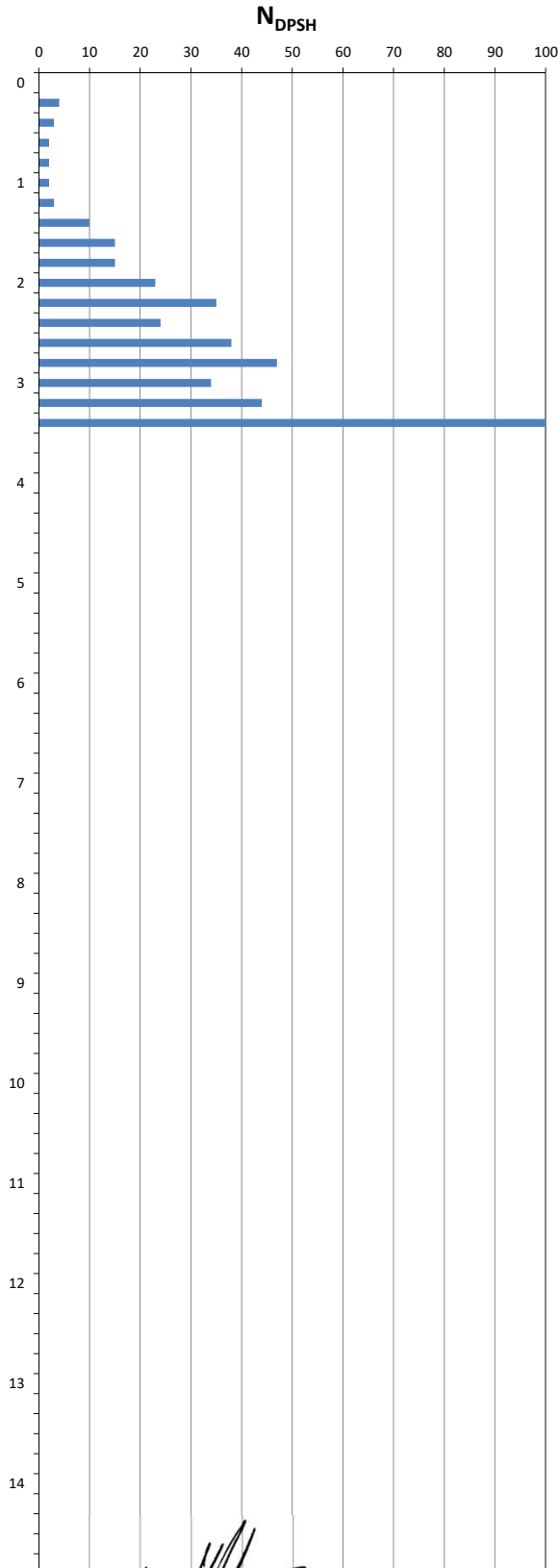
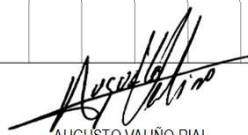
FECHA: 29/11/2019

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,59 m.

COTA DE INICIO: 155,50 m.

PRESENCIA DE AGUA: 1,10 m.

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO N _{DPSH}
0,0-0,2	HINCA
0,2-0,4	4
0,4-0,6	3
0,6-0,8	2
0,8-1,0	2
1,0-1,2	2
1,2-1,4	3
1,4-1,6	10
1,6-1,8	15
1,8-2,0	15
2,0-2,2	23
2,2-2,4	35
2,4-2,6	24
2,6-2,8	38
2,8-3,0	47
3,0-3,2	34
3,2-3,4	44
3,4-3,6	100
3,6-3,8	
3,8-4,0	
4,0-4,2	
4,2-4,4	
4,4-4,6	
4,6-4,8	
4,8-5,0	
5,0-5,2	
5,2-5,4	
5,4-5,6	
5,6-5,8	
5,8-6,0	
6,0-6,2	
6,2-6,4	
6,4-6,6	
6,6-6,8	
6,8-7,0	
7,0-7,2	
7,2-7,4	
7,4-7,6	
7,6-7,8	
7,8-8,0	
8,0-8,2	
8,2-8,4	
8,4-8,6	
8,6-8,8	
8,8-9,0	
9,0-9,2	
9,2-9,4	
9,4-9,6	
9,6-9,8	
9,8-10,0	
10,0-10,2	
10,2-10,4	
10,4-10,6	
10,6-10,8	
10,8-11,0	
11,0-11,2	
11,2-11,4	
11,4-11,6	
11,6-11,8	
11,8-12,0	
12,0-12,2	
12,2-12,4	
12,4-12,6	
12,6-12,8	
12,8-13,0	
13,0-13,2	
13,2-13,4	
13,4-13,6	
13,6-13,8	
13,8-14,0	
14,0-14,2	
14,2-14,4	
14,4-14,6	
14,6-14,8	
14,8-15,0	

 AUGUSTO VALIÑO RIAL
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

ANEJO 3:
REGISTRO DE LAS CALICATAS.

OBRA: Urbanización de Polígono industrial

REFERENCIA OBRA: 19101788

SITUACIÓN: O Outeiro, Carballo, A Coruña

FECHA: 29/11/2019

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 2,90 m.

COTA DE INICIO: 163,20 m.

PRESENCIA DE AGUA: 2,80 m.

PROFUNDIDAD	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
	0,50 m	Suelo vegetal: arena limosa de color marrón negruzco y compacidad suelta. Presenta materia orgánica y restos de raíces.
0,50 m		
	2,00 m	Esquisto alterado en grado V: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso con tonos negros y anaranjados por oxidación. Se encuentra completamente alterado a suelo formando un limo arenoso de consistencia blanda a media-compacta en profundidad.
1,00 m		
1,50 m		
2,00 m		
2,50 m		
2,90 m		

IMAGEN NO DISPONIBLE

IMAGEN NO DISPONIBLE

Detalle del material extraído

Vista de la excavación



 AUGUSTO VALIÑO RIAL
DIRECTOR DEL LABORATORIO

PROFUNDIDAD	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
0,40 m	0,60 m	Suelo vegetal: arena limosa de color marrón negruzco y compacidad suelta. Presenta materia orgánica y restos de raíces.
0,80 m	0,90 m	Esquisto alterado en grado IV: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso. Resistencia débil e intensamente alterada y fracturada. La fracción alterada a condición de suelo genera un limo arenoso de coconsistencia compacta.
1,20 m		
1,60 m	0,10 m	Esquisto alterado en grado III: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso. Resistencia débil e intensamente fracturada. La fracción alterada a condición de suelo genera una grava arenosa de compacidad densa.



Vista de la excavación



Detalle del material extraído



 AUGUSTO VALIÑO RIAL
DIRECTOR DEL LABORATORIO

PROFUNDIDAD	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
0,10 m	0,50 m	Suelo vegetal: arena limosa de color marrón negruzco y compacidad suelta. Presenta materia orgánica y restos de raíces.
0,20 m		
0,30 m		
0,40 m		
0,50 m		
0,60 m	0,20 m	Esquisto alterado en grado III: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso. Resistencia débil e intensamente fracturada. La fracción alterada a condición de suelo genera una grava arenosa de compacidad densa.
0,70 m		



Vista de la excavación



Detalle del material extraído



 AUGUSTO VALIÑO RIAL
DIRECTOR DEL LABORATORIO

PROFUNDIDAD	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
	0,60 m	Suelo vegetal: arena limosa de color marrón negruzco y compacidad suelta. Presenta materia orgánica y restos de raíces.
0,60 m		
	2,10 m	Esquisto alterado en grado V: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso con tonos negros y anaranjados por oxidación. Se encuentra completamente alterado a suelo formando un limo arenoso de consistencia blanda a media-compacta en profundidad.
1,20 m		
1,80 m		
2,40 m		
2,70 m		



Vista de la excavación



Detalle del material extraído



 AUGUSTO VALIÑO RIAL
DIRECTOR DEL LABORATORIO

OBRA: Urbanización de Polígono industrial

REFERENCIA OBRA: 19101788

SITUACIÓN: O Outeiro, Carballo, A Coruña

FECHA: 29/11/2019

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 2,50 m.

COTA DE INICIO: 155,10 m.

PRESENCIA DE AGUA: 1,60 m.

PROFUNDIDAD	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
	0,60 m	Suelo vegetal: arena limosa de color marrón negruzco y compacidad suelta. Presenta materia orgánica y restos de raíces.
0,50 m		
	1,90 m	Esquisto alterado en grado V: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso con tonos negros y anaranjados por oxidación. Se encuentra completamente alterado a suelo formando un limo arenoso de consistencia blanda a media-compacta en profundidad.
1,00 m		
1,50 m		
2,00 m		
2,50 m		



Vista de la excavación



Detalle del material extraído

AUGUSTO VALIÑO RIAL
DIRECTOR DEL LABORATORIO

PROFUNDIDAD	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
	1,00 m	Relleno antrópico: arena limosa de color marrón oscuro y compactidad suelta que engloba diversos materiales antrópicos. Presenta materia orgánica y restos de raíces.
1,00 m		
	0,50 m	Suelo vegetal: arena limosa de color marrón negruzco y compactidad suelta. Presenta materia orgánica y restos de raíces.
2,00 m	1,90 m	Esquisto alterado en grado V: de tamaño de grano fino y color marrón verdoso con tonos negros y anaranjados por oxidación. Se encuentra completamente alterado a suelo formando un limo arenoso de consistencia blanda a media-compacta en profundidad.
3,00 m		
3,40 m		



Vista de la excavación



Detalle del material extraído



 AUGUSTO VALIÑO RIAL
DIRECTOR DEL LABORATORIO

ANEJO 4:
CÁLCULO DE ASIENTOS.

OBRA: Urbanización de Polígono industrial

REFERENCIA OBRA: 19101788

SITUACIÓN: O Outeiro, Carballo, A Coruña

FECHA: 29/11/2019

Para la realización de los siguientes cálculos se han considerado los golpes obtenidos en el ensayo de penetración dinámica P-1, así como los siguientes valores de cálculo:

Cota de inicio del ensayo (m): 163,25

Cota de apoyo de la cimentación (m): 162,85

Canto de la cimentación (m): 0,50

Densidad del suelo (gr/cm³): 1,80

Profundidad del Nivel Freático (m): NO

Asiento a lo largo del tiempo (años): 10

Asientos calculados en centímetros

TENSIÓN		2,00 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	(m)	1,00	0,41										
		1,50	0,41	0,43	0,46								
		2,00	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52						
		2,50	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,56	0,59				
		3,00	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,66		
		3,50	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,63	0,66	0,73	
		4,00	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,56	0,60	0,63	0,67	0,73	0,80
		4,50	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,57	0,60	0,64	0,67	0,74	0,81
		5,00	0,40	0,44	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,64	0,67	0,74	0,81
		8,00	0,40	0,44	0,48	0,52	0,55	0,59	0,63	0,66	0,70	0,77	0,84
		10,00	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,60	0,64	0,68	0,71	0,79	0,86
		15,00	0,41	0,46	0,51	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71	0,75	0,82	0,90

TENSIÓN		1,90 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	1,00	0,39											
	1,50	0,38	0,41	0,43									
	2,00	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49							
	2,50	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55					
	3,00	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,59	0,62			
	3,50	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,69		
	4,00	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,63	0,69	0,75	
	4,50	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,60	0,63	0,69	0,76	
	5,00	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,63	0,70	0,76	
	8,00	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,55	0,59	0,62	0,66	0,72	0,79	
(m)	10,00	0,38	0,42	0,46	0,50	0,53	0,57	0,60	0,64	0,67	0,74	0,80	
	15,00	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,77	0,84	

TENSIÓN		1,80 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	(m)	1,00	0,36										
		1,50	0,36	0,38	0,40								
		2,00	0,36	0,38	0,40	0,43	0,46						
		2,50	0,35	0,38	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52				
		3,00	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58		
		3,50	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52	0,55	0,58	0,64	
		4,00	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,65	0,71
		4,50	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,65	0,71
		5,00	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,65	0,71
		8,00	0,35	0,39	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,68	0,74
(m)		10,00	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,56	0,60	0,63	0,69	0,75
		15,00	0,36	0,40	0,45	0,49	0,52	0,56	0,59	0,63	0,66	0,73	0,79

TENSIÓN		1,70 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	(m)	1,00	0,34										
		1,50	0,33	0,35	0,38								
		2,00	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43						
		2,50	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48				
		3,00	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,46	0,48	0,51	0,54		
		3,50	0,33	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51	0,54	0,60	
		4,00	0,33	0,35	0,38	0,41	0,44	0,46	0,49	0,52	0,55	0,60	0,66
		4,50	0,33	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52	0,55	0,61	0,66
		5,00	0,33	0,36	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,52	0,55	0,61	0,67
		8,00	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,63	0,69
		10,00	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,56	0,59	0,64	0,70
		15,00	0,33	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,55	0,58	0,62	0,68	0,74

TENSIÓN		1,60 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	(m)	1,00	0,31										
		1,50	0,31	0,33	0,35								
		2,00	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39						
		2,50	0,30	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45				
		3,00	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45	0,47	0,50		
		3,50	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50	0,56	
		4,00	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,56	0,61
		4,50	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51	0,56	0,62
		5,00	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51	0,57	0,62
		8,00	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,53	0,59	0,64
		10,00	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,54	0,60	0,65
		15,00	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,63	0,69

TENSIÓN		1,50 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	(m)	1,00	0,29										
		1,50	0,28	0,30	0,32								
		2,00	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36						
		2,50	0,28	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41				
		3,00	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37	0,39	0,41	0,44	0,46		
		3,50	0,28	0,30	0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,44	0,46	0,51	
		4,00	0,28	0,30	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,44	0,47	0,52	0,57
		4,50	0,28	0,30	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45	0,47	0,52	0,57
		5,00	0,28	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45	0,47	0,52	0,57
		8,00	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,49	0,54	0,59
		10,00	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,50	0,55	0,60
		15,00	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,47	0,50	0,53	0,58	0,63

Formulación

Según Schmertmann el asiento derivado de una cimentación superficial se obtiene según la siguiente expresión:

$$s = C_1 \cdot C_2 \cdot q_{\text{net}} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{I_n \cdot \Delta z_n}{E_n} \right)$$

Siendo:

$$C_1 = 1 - 0,5 \cdot \frac{q_0}{q_{\text{net}}} (\geq 0,5) \quad \text{Coeficiente corrector en función de la profundidad del plano de cimentación.}$$

$$C_2 = 1,0 + 0,2 \cdot \log \left(\frac{T(\text{años})}{0,1} \right) \quad \text{Coeficiente corrector que tiene en cuenta las deformaciones lentas.}$$

q_{net} : Representa la carga neta aplicada por la cimentación

Δz : Espesor de la capa considerada

E : Módulo de deformación. Puede estimarse por:

$$E = 2,5 \cdot q_c \quad \text{zapatas cuadradas o circulares}$$

$$E = 3,5 \cdot q_c \quad \text{zapatas corridas}$$

Siendo q_c la resistencia a la penetración estática del cono, la cual se puede relacionar con el N del ensayo de penetración estándar en la forma siguiente:

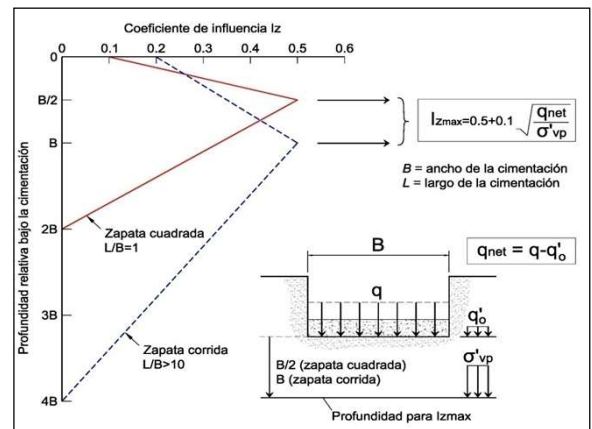
q_0 : Tensión efectiva del terreno a cota de apoyo de la cimentación

I : Factor de deformación de la capa que se obtiene, en función de la profundidad de la capa y que tiene por valor máximo:

$$I_{\text{Zmax}} = 0,5 + 0,1 \left(\frac{q_{\text{net}}}{\sigma'_{vp}} \right)^{0,5}$$

donde σ'_{vp} es el valor de la presión vertical efectiva a la profundidad donde se obtiene I_{Zmax}

Tipo de suelo:	q_c / N Kp/cm²
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3-4
Arena media	4-5
Arena gruesa	5-8
Grava	8-12



OBRA: Urbanización de Polígono industrial

REFERENCIA OBRA: 19101788

SITUACIÓN: O Outeiro, Carballo, A Coruña

FECHA: 29/11/2019

Para la realización de los siguientes cálculos se han considerado los golpes obtenidos en el ensayo de penetración dinámica P-2, así como los siguientes valores de cálculo:

Cota de inicio del ensayo (m): 162,25

Cota de apoyo de la cimentación (m): 161,45

Canto de la cimentación (m): 0,50

Densidad del suelo (gr/cm³): 1,80

Profundidad del Nivel Freático (m): 0,40

Asiento a lo largo del tiempo (años): 10

Asientos calculados en centímetros

TENSIÓN		2,00 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	1,00	0,63											
	1,50	0,62	0,65	0,67									
	2,00	0,61	0,65	0,67	0,69	0,72							
	2,50	0,61	0,64	0,67	0,69	0,72	0,74	0,77					
	3,00	0,60	0,64	0,66	0,69	0,72	0,74	0,78	0,81	0,84			
	3,50	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,91		
	4,00	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,85	0,92	0,99	
	4,50	0,59	0,62	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,82	0,85	0,92	1,00	
	5,00	0,59	0,62	0,65	0,68	0,72	0,75	0,78	0,82	0,85	0,93	1,00	
	8,00	0,56	0,61	0,65	0,68	0,72	0,76	0,80	0,84	0,87	0,95	1,03	
(m)	10,00	0,55	0,60	0,65	0,69	0,73	0,77	0,81	0,85	0,89	0,96	1,04	
	15,00	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	1,00	1,08	

TENSIÓN		1,90 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	1,00	0,59											
	1,50	0,58	0,61	0,63									
	2,00	0,57	0,61	0,63	0,65	0,67							
	2,50	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73					
	3,00	0,56	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79			
	3,50	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,86		
	4,00	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,80	0,86	0,93	
	4,50	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73	0,77	0,80	0,87	0,94	
	5,00	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,74	0,77	0,80	0,87	0,94	
	8,00	0,53	0,57	0,61	0,64	0,68	0,71	0,75	0,78	0,82	0,89	0,96	
(m)	10,00	0,52	0,57	0,61	0,65	0,68	0,72	0,76	0,80	0,83	0,91	0,98	
	15,00	0,52	0,56	0,61	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,94	1,02	

TENSIÓN		1,80 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	1,00	0,55											
	1,50	0,54	0,57	0,59									
	2,00	0,54	0,57	0,59	0,61	0,63							
	2,50	0,53	0,56	0,58	0,61	0,63	0,65	0,68					
	3,00	0,53	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,71	0,74			
	3,50	0,52	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,71	0,74	0,80		
	4,00	0,52	0,55	0,58	0,60	0,63	0,66	0,68	0,71	0,74	0,81	0,87	
	4,50	0,52	0,55	0,58	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	
	5,00	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	
	8,00	0,50	0,53	0,57	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,77	0,83	0,90	
(m)	10,00	0,49	0,53	0,57	0,60	0,64	0,68	0,71	0,74	0,78	0,85	0,93	
	15,00	0,49	0,53	0,57	0,62	0,66	0,70	0,73	0,77	0,81	0,88	0,95	

TENSIÓN		1,70 Kg/cm²										
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00
L A R G O	1,00	0,51										
	1,50	0,50	0,53	0,55								
	2,00	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59						
	2,50	0,49	0,53	0,54	0,57	0,59	0,61	0,63				
	3,00	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,69		
	3,50	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,64	0,66	0,69	0,75	
	4,00	0,49	0,51	0,54	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,69	0,75	0,81
	4,50	0,48	0,51	0,54	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,70	0,76	0,82
	5,00	0,48	0,51	0,53	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,70	0,76	0,82
	8,00	0,46	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65	0,68	0,72	0,78	0,84
(m)	10,00	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,66	0,69	0,73	0,79	0,86
	15,00	0,45	0,49	0,54	0,58	0,61	0,65	0,69	0,72	0,75	0,82	0,89

TENSIÓN		1,60 Kg/cm²										
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00
L A R G O	1,00	0,47										
	1,50	0,47	0,49	0,51								
	2,00	0,46	0,49	0,51	0,53	0,54						
	2,50	0,46	0,49	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59				
	3,00	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,57	0,59	0,61	0,64		
	3,50	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,57	0,59	0,62	0,64	0,70	
	4,00	0,45	0,47	0,50	0,52	0,54	0,57	0,59	0,62	0,64	0,70	0,76
	4,50	0,45	0,47	0,50	0,52	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,70	0,76
	5,00	0,44	0,47	0,50	0,52	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,71	0,76
	8,00	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,72	0,78
(m)	10,00	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,62	0,65	0,68	0,74	0,80
	15,00	0,42	0,46	0,50	0,53	0,57	0,60	0,64	0,67	0,70	0,76	0,83

TENSIÓN		1,50 Kg/cm²											
ANCHO (m)	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00		
	1,00	0,44											
L A R G O	1,50	0,43	0,45	0,47									
	2,00	0,42	0,45	0,47	0,49	0,50							
	2,50	0,42	0,45	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54					
	3,00	0,42	0,45	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,57	0,59			
	3,50	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,55	0,57	0,59	0,64		
	4,00	0,41	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,55	0,57	0,60	0,65	0,70	
	4,50	0,41	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,55	0,57	0,60	0,65	0,70	
	(m)	5,00	0,41	0,43	0,46	0,48	0,50	0,53	0,55	0,58	0,60	0,65	0,71
	8,00	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,53	0,56	0,59	0,61	0,67	0,73	
	10,00	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,68	0,74	
	15,00	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65	0,71	0,77	

Formulación

Según Schmertmann el asiento derivado de una cimentación superficial se obtiene según la siguiente expresión:

$$s = C_1 \cdot C_2 \cdot q_{\text{net}} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{I_n \cdot \Delta z_n}{E_n} \right)$$

Siendo:

$$C_1 = 1 - 0,5 \cdot \frac{q_0}{q_{\text{net}}} (\geq 0,5) \quad \text{Coeficiente corrector en función de la profundidad del plano de cimentación.}$$

$$C_2 = 1,0 + 0,2 \cdot \log \left(\frac{T(\text{años})}{0,1} \right) \quad \text{Coeficiente corrector que tiene en cuenta las deformaciones lentas.}$$

q_{net} : Representa la carga neta aplicada por la cimentación

Δz : Espesor de la capa considerada

E : Módulo de deformación. Puede estimarse por:

$$E = 2,5 \cdot q_c \quad \text{zapatas cuadradas o circulares}$$

$$E = 3,5 \cdot q_c \quad \text{zapatas corridas}$$

Siendo q_c la resistencia a la penetración estática del cono, la cual se puede relacionar con el N del ensayo de penetración estándar en la forma siguiente:

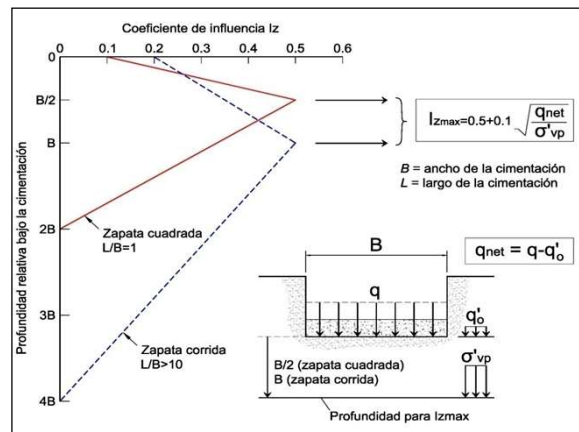
q_0 : Tensión efectiva del terreno a cota de apoyo de la cimentación

I : Factor de deformación de la capa que se obtiene, en función de la profundidad de la capa y que tiene por valor máximo:

$$I_{\text{Zmax}} = 0,5 + 0,1 \left(\frac{q_{\text{net}}}{\sigma'_{vp}} \right)^{0,5}$$

donde σ'_{vp} es el valor de la presión vertical efectiva a la profundidad donde se obtiene I_{Zmax}

Tipo de suelo:	q_c / N Kp/cm²
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3-4
Arena media	4-5
Arena gruesa	5-8
Grava	8-12



OBRA: Urbanización de Polígono industrial

REFERENCIA OBRA: 19101788

SITUACIÓN: O Outeiro, Carballo, A Coruña

FECHA: 29/11/2019

Para la realización de los siguientes cálculos se han considerado los golpes obtenidos en el ensayo de penetración dinámica P-3, así como los siguientes valores de cálculo:

Cota de inicio del ensayo (m): 155,50

Cota de apoyo de la cimentación (m): 154,10

Canto de la cimentación (m): 0,50

Densidad del suelo (gr/cm³): 1,80

Profundidad del Nivel Freático (m): 1,10

Asiento a lo largo del tiempo (años): 10

Asientos calculados en centímetros

TENSIÓN		2,00 Kg/cm²											
ANCHOS (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	1,00	1,17											
	1,50	1,16	1,21	1,25									
	2,00	1,15	1,21	1,24	1,27	1,29							
	2,50	1,14	1,20	1,23	1,26	1,28	1,30	1,31					
	3,00	1,13	1,19	1,22	1,25	1,27	1,29	1,30	1,32	1,33			
	3,50	1,12	1,17	1,21	1,24	1,26	1,28	1,30	1,31	1,33	1,36		
	4,00	1,11	1,16	1,20	1,23	1,26	1,27	1,29	1,30	1,32	1,36	1,39	
	4,50	1,10	1,15	1,19	1,22	1,25	1,26	1,28	1,30	1,32	1,35	1,39	
	5,00	1,09	1,14	1,18	1,21	1,24	1,26	1,28	1,30	1,31	1,35	1,39	
	8,00	1,02	1,08	1,13	1,16	1,19	1,22	1,24	1,27	1,29	1,33	1,38	
(m)	10,00	0,99	1,05	1,10	1,14	1,17	1,20	1,23	1,25	1,28	1,33	1,38	
	15,00	0,99	1,01	1,04	1,08	1,13	1,16	1,20	1,23	1,26	1,32	1,38	

TENSIÓN		Kg/90° Kg/cm²											
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	ANCHO (m)	1,00	1,10										
	1,50	1,08	1,14	1,17									
	2,00	1,07	1,13	1,16	1,19	1,21							
	2,50	1,06	1,12	1,15	1,18	1,20	1,22	1,23					
	3,00	1,06	1,11	1,14	1,17	1,19	1,21	1,22	1,23	1,25			
	3,50	1,05	1,10	1,13	1,16	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25	1,28		
	4,00	1,04	1,09	1,13	1,15	1,18	1,19	1,21	1,22	1,24	1,27	1,31	
	4,50	1,03	1,08	1,12	1,15	1,17	1,19	1,20	1,22	1,24	1,27	1,30	
	5,00	1,02	1,07	1,11	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,23	1,27	1,30	
	8,00	0,96	1,02	1,06	1,09	1,12	1,15	1,17	1,19	1,21	1,25	1,30	
(m)	10,00	0,92	0,99	1,03	1,07	1,10	1,13	1,15	1,18	1,20	1,25	1,29	
	15,00	0,92	0,95	0,97	1,02	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,24	1,30	

TENSIÓN		1,80											
ANCHOS (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	1,00	1,02											
	1,50	1,01	1,06	1,10									
	2,00	1,00	1,06	1,09	1,11	1,13							
	2,50	0,99	1,05	1,08	1,10	1,12	1,14	1,15					
	3,00	0,99	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13	1,14	1,15	1,17			
	3,50	0,98	1,03	1,06	1,08	1,11	1,12	1,14	1,15	1,16	1,19		
	4,00	0,97	1,02	1,05	1,08	1,10	1,12	1,13	1,15	1,16	1,19	1,22	
	4,50	0,96	1,01	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13	1,14	1,16	1,19	1,22	
	5,00	0,95	1,00	1,04	1,06	1,09	1,10	1,12	1,14	1,15	1,19	1,22	
	8,00	0,90	0,95	0,99	1,02	1,05	1,07	1,09	1,12	1,14	1,17	1,21	
(m)	10,00	0,86	0,92	0,96	1,00	1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,17	1,21	
	15,00	0,86	0,89	0,91	0,95	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,16	1,22	

TENSIÓN		1,70 Kg/cm²										
ANCHÓ (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00
L A R G O	1,00	0,95										
	1,50	0,94	0,99	1,02								
	2,00	0,93	0,98	1,01	1,03	1,05						
	2,50	0,92	0,98	1,00	1,03	1,04	1,06	1,07				
	3,00	0,92	0,97	0,99	1,02	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09		
	3,50	0,91	0,96	0,99	1,01	1,03	1,05	1,06	1,07	1,09	1,11	
	4,00	0,90	0,95	0,98	1,00	1,03	1,04	1,05	1,07	1,08	1,11	1,14
	4,50	0,90	0,94	0,97	1,00	1,02	1,03	1,05	1,06	1,08	1,11	1,14
	5,00	0,89	0,93	0,96	0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,08	1,11	1,14
	8,00	0,84	0,88	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,09	1,13
(m)	10,00	0,81	0,86	0,90	0,93	0,96	0,98	1,01	1,03	1,05	1,09	1,13
	15,00	0,81	0,83	0,85	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,03	1,08	1,14

TENSIÓN		1,60 Kg/cm²											
ANCHOS (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	1,00	0,88											
	1,50	0,87	0,91	0,94									
	2,00	0,86	0,91	0,94	0,96	0,97							
	2,50	0,86	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99					
	3,00	0,85	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00	1,01			
	3,50	0,84	0,89	0,91	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1,01	1,03		
	4,00	0,84	0,88	0,91	0,93	0,95	0,96	0,98	0,99	1,00	1,03	1,06	
	4,50	0,83	0,87	0,90	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,00	1,03	1,06	
	5,00	0,82	0,86	0,89	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98	1,00	1,03	1,06	
	8,00	0,77	0,82	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	1,02	1,05	
(m)	10,00	0,75	0,80	0,83	0,86	0,89	0,91	0,94	0,96	0,97	1,01	1,05	
	15,00	0,75	0,77	0,79	0,83	0,86	0,89	0,91	0,94	0,96	1,01	1,06	

TENSION		1,50 Kg/cm²											
ANCHO (m)		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	4,00	
L A R G O	1,00	0,81											
	1,50	0,80	0,84	0,87									
	2,00	0,80	0,84	0,86	0,88	0,90							
	2,50	0,79	0,83	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92					
	3,00	0,78	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93			
	3,50	0,78	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,96		
	4,00	0,77	0,81	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	
	4,50	0,77	0,80	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,95	0,98	
	5,00	0,76	0,79	0,82	0,85	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92	0,95	0,98	
	8,00	0,71	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,91	0,94	0,97	
(m)	10,00	0,69	0,74	0,77	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,94	0,97	
	15,00	0,69	0,71	0,73	0,76	0,79	0,82	0,84	0,87	0,89	0,93	0,98	

Formulación

Según Schmertmann el asiento derivado de una cimentación superficial se obtiene según la siguiente expresión:

$$s = C_1 \cdot C_2 \cdot q_{net} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{I_n \cdot \Delta z_n}{E_n} \right)$$

Siendo:

$$C_1 = 1 - 0,5 \cdot \frac{q_0}{q_{net}} (\geq 0,5) \quad \text{Coeficiente corrector en función de la profundidad del plano de cimentación.}$$

$$C_2 = 1,0 + 0,2 \cdot \log \left(\frac{T(\text{años})}{0,1} \right) \quad \text{Coeficiente corrector que tiene en cuenta las deformaciones lentas.}$$

q_{net} : Representa la carga neta aplicada por la cimentación

Δz : Espesor de la capa considerada

E : Módulo de deformación. Puede estimarse por:

$$E = 2,5 \cdot q_c \quad \text{zapatas cuadradas o circulares}$$

$$E = 3,5 \cdot q_c \quad \text{zapatas corridas}$$

Siendo q_c la resistencia a la penetración estática del cono, la cual se puede relacionar con el N del ensayo de penetración estándar en la forma siguiente:

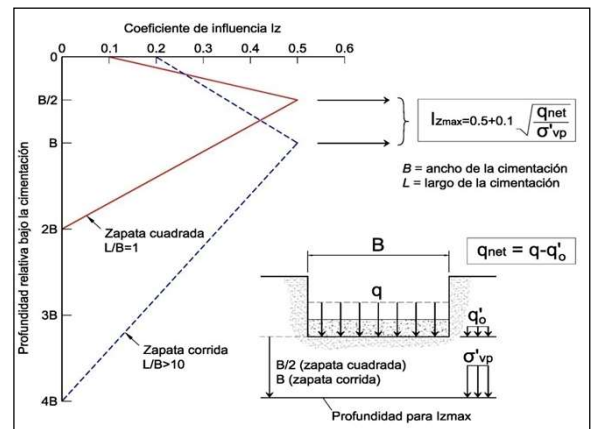
q_0 : Tensión efectiva del terreno a cota de apoyo de la cimentación

I : Factor de deformación de la capa que se obtiene, en función de la profundidad de la capa y que tiene por valor máximo:

$$I_{z \max} = 0,5 + 0,1 \left(\frac{q_{net}}{\sigma'_{vp}} \right)^{0,5}$$

donde σ'_{vp} es el valor de la presión vertical efectiva a la profundidad donde se obtiene $I_{z \max}$

Tipo de suelo:	q_c / N Kp/cm²
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3-4
Arena media	4-5
Arena gruesa	5-8
Grava	8-12



ANEJO 5:
RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.



CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN

C/ Navales nº 70 • 28923 Alcorcón (Madrid) • CIF: B87531323
Tlf: 91 277 93 30 • e-mail: laboratorio@ccimadrid.es

El informe de ensayos sólo afecta a los objetos sometidos al ensayo. Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

TRABAJO : 3/7741/008/0001

P. MUESTREO: M-0570-19

PETICIONARIO : ESTABILIZA GEOTECNIA, S.L. (Calle Paradela 41, Lores. 36969 Meaño. PONTEVEDRA)

CONTRATISTA : .

OBRA: URBANIZACIÓN DE POLÍGONO INDUSTRIAL EN CARBALLO. LA CORUÑA.

ENSAYOS DE IDONEIDAD DE SUELOS

1.- MATERIAL

Referencia: 19-01664 **Fecha de toma:** 10-12-2019 **Tipo de Material:** Suelo

Procedencia:

Localización: C-1. Profundidad 1.50 m

2.- TRABAJO REALIZADO

De acuerdo con lo solicitado por el peticionario, se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

- Preparación de muestras para ensayos (UNE-103100:95).
- Granulometría de suelos por tamizado (UNE-103101:95).
- Límites de Atterberg (UNE-103103:94/103104:93).
- Proctor Modificado (UNE-103501:94).
- Índice C.B.R. en el laboratorio (UNE-103502:95).
- Contenido de materia orgánica en los suelos por oxidación con permanganato (UNE-103204:93).
- Contenido de sulfatos solubles en los suelos (UNE-103201:96).
- Contenido de sales solubles en los suelos (NLT-114:99).

3.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos figuran en las hojas adjuntas de ensayos de laboratorio.

4.- OBSERVACIONES

Muestra suministrada por el peticionario con referencia 19101788

Inmaculada Palomino Pacheco
Directora del Laboratorio

Ángel Redondo Gómez
Responsable de Ensayos VS

El presente informe consta de 4 páginas, todas ellas numeradas de la 1 a la 4

Madrid 27-12-2019

Página 1 de 4



CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN

C/ Navales nº 70 • 28923 Alcorcón (Madrid) • CIF: B87531323
Tlf.: 91 277 93 30 • e-mail: laboratorio@ccimadrid.es

El informe de ensayos sólo afecta a los objetos sometidos al ensayo. Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 19-01664 Procedencia:
Localización: C-1. Profundidad 1.50 m

TRABAJO : 3/7741/008/0001
PETICIONARIO : ESTABILIZA GEOTECNIA, S.L. (Calle Paradela 41, Lores. 36969 Meaño. PONTEVEDRA)
CONTRATISTA :
OBRA: URBANIZACIÓN DE POLÍGONO INDUSTRIAL EN CARBALLO. LA CORUÑA.

INFORME DE IDENTIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plasticos.

Clasific. unified: ML
Clasificación H.R.B.: A-7-6
Índice de grupo: 10

PLASTICIDAD (Límites de Atterberg)

Límite líquido: 41,7
Límite plástico: 26,4 Índice de plasticidad: 15,3

EQUIVALENTE DE ARENA (%E.A.):

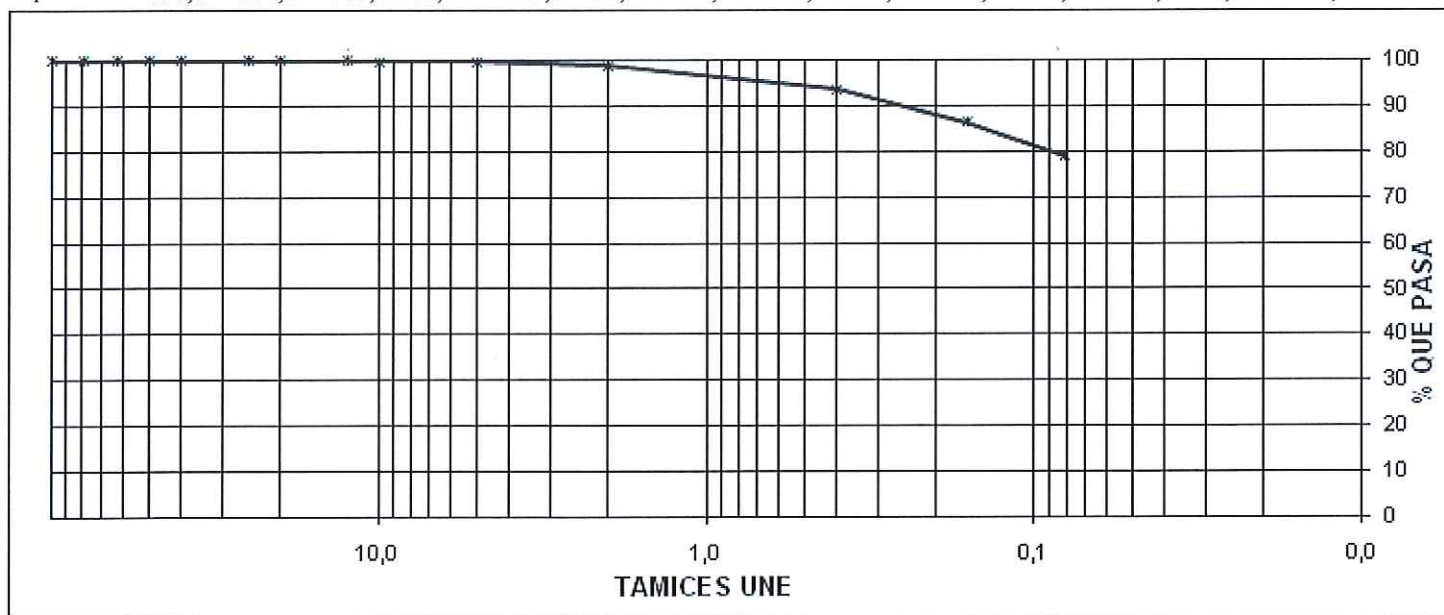
COEF. DESGASTE LOS ÁNGELES (%):

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,8	99,0	93,6	86,3	79,0

ANÁLISIS QUÍMICO

Sulfatos (%SO₃): No contiene
Mat. Orgánica (%MO): 0,229
Carbonatos (%CaCO₃):
Sales Solubles (%): 0,128
Yesos(%SO₄ Ca*2H₂O):



Observaciones:

Densidad UNE 103301: Densidad húmeda 2,124 g/cm³; densidad seca 1,900 g/cm³

Página 2 de 4



El informe de ensayos sólo afecta a los objetos sometidos al ensayo. Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 19-01664 Procedencia:
Localización: C-1. Profundidad 1.50 m

TRABAJO : 3/7741/008/0001
PETICIONARIO : ESTABILIZA GEOTECNIA, S.L. (Calle Paradela 41, Lores. 36969 Meaño. PONTEVEDRA)
CONTRATISTA : .
OBRA: URBANIZACIÓN DE POLÍGONO INDUSTRIAL EN CARBALLO. LA CORUÑA.

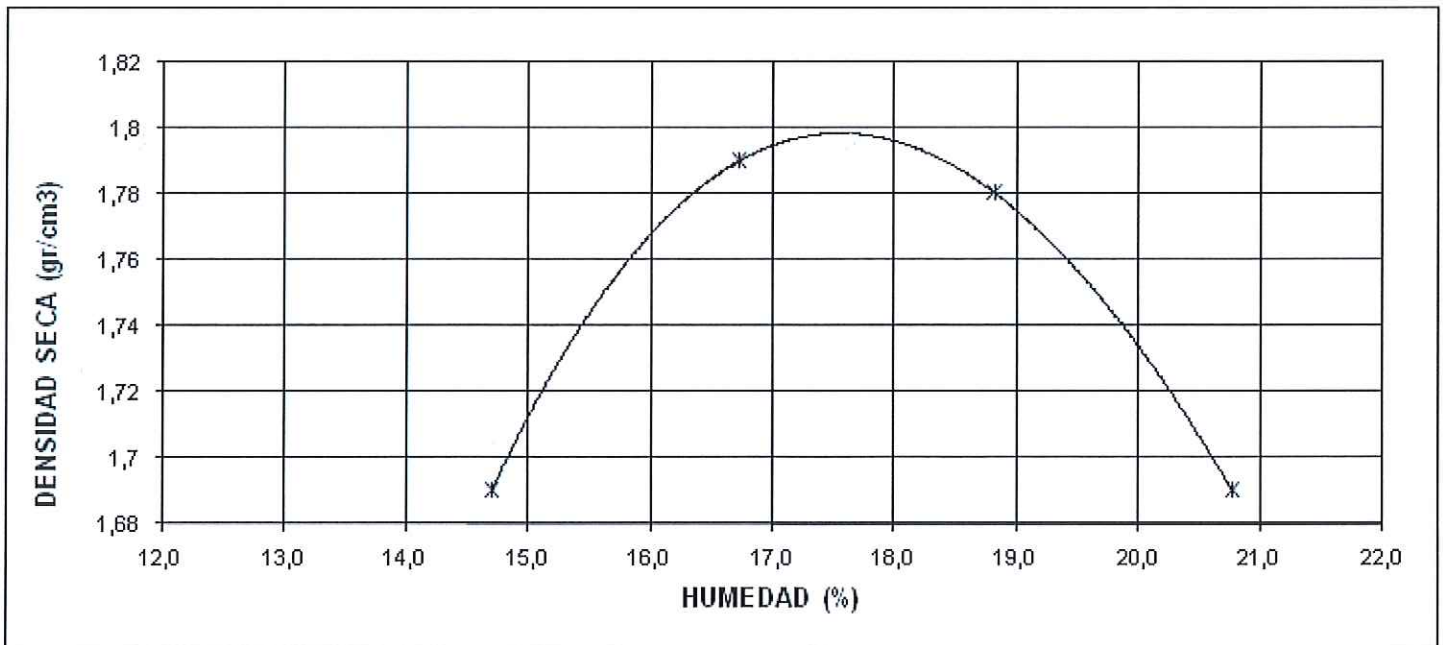
ENSAYO DE APISONADO PROCTOR

(NORMAS DE ENSAYO UNE 103500:1994, 103501:1994)

Tipo:	MODIFICADO	Altura de caída:	45,70 cm	Material no utilizado:	0,00 %
Molde:	2.320 cm ³	Nº de capas:	5	Densidad gruesos:	-- gr/cm ³
Maza:	4,53 Kg	Nº de golpes por capa:	60	Absorción gruesos:	-- %

Punto nº	1	2	3	4	
% agua añadida	6	8	10	12	
Densidad (gr/cm ³)	1,69	1,79	1,78	1,69	
Humedad (%)	14,70	16,72	18,82	20,77	

DENSIDAD MÁXIMA:	1,80 gr/cm ³	HUMEDAD ÓPTIMA:	17,55 %
DENSIDAD CORREGIDA:	1,80 gr/cm ³	HUMEDAD CORREGIDA:	17,55 %



Observaciones:

Página 3 de 4



El informe de ensayos sólo afecta a los objetos sometidos al ensayo. Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 19-01664 Procedencia:
Localización: C-1. Profundidad 1.50 m

TRABAJO : 3/7741/008/0001
PETICIONARIO : ESTABILIZA GEOTECNIA, S.L. (Calle Paradela 41, Lores. 36969 Meaño. PONTEVEDRA)
CONTRATISTA : .
OBRA: URBANIZACIÓN DE POLÍGONO INDUSTRIAL EN CARBALLO. LA CORUÑA.

ÍNDICE CBR EN EL LABORATORIO

(NORMAS DE ENSAYO UNE 103502:1995)

Material: -

Proctor: MODIFICADO

Sustitución de material: No

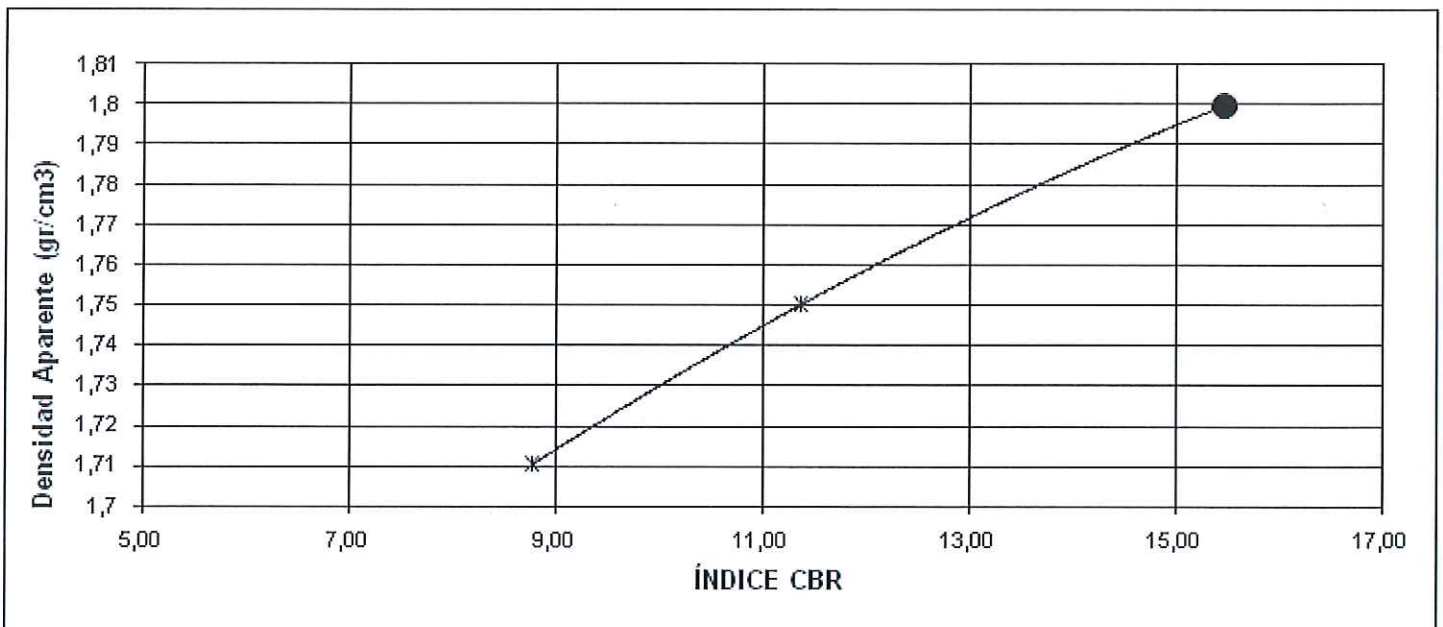
Densidad máxima: 1,80 gr/cm³

Humedad óptima: 17,55 %

Sobrecarga utilizada: 5,50 Kg

Punto nº	Humedad antes	Humedad después	% hinchamiento	Densidad (gr/cm ³)	Índice CBR
1	17,40	21,77	1,35	1,71	8,77
2	17,43	21,51	1,02	1,75	11,37
3	17,35	21,21	0,57	1,80	15,48

ÍNDICE CBR: 15,48



Observaciones:

Página 4 de 4

OBRA:	Urbanización de Polígono industrial			REFERENCIA OBRA:	19101788
SITUACIÓN:	O Outeiro, Carballo, A Coruña			FECHA DE MUESTREO:	29/11/2019
MUESTRA:	AG-1	LUGAR DE TOMA:	C-4	PROFUNDIDAD:	1,50 m.
				TIPO DE MUESTRA:	AGUA

			CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE AGRESIVIDAD SEGÚN EHE-08		
ENSAYO	NORMA	RESULTADO	<i>Debil</i>	<i>Medio</i>	<i>Fuerte</i>
Valor del pH	UNE 83952	6,2	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
Amonio (NH4 +) (mg/l)	UNE 83954	0,0299	15 - 30	30 - 60	> 60
Magnesio (Mg2 +) (mg/l)	UNE 83955	2,8	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
Sulfato (SO4 2-) (mg/l)	UNE 83956	18	200 - 600	600 - 3000	> 3000
Residuo Seco (mg/l)	UNE 83957	104	75 - 150	50 - 75	< 50
Diox. Carb (CO2) (mg/l)	EN 13577	16,28	15 - 40	40 - 100	> 100

GRADO DE AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN SEGÚN EHE: **AGRESIVIDAD DÉBIL**

OBSERVACIONES:

MEAÑO A 17 DE DICIEMBRE DE 2019



AUGUSTO VALIÑO RIAL
DIRECTOR DEL LABORATORIO

ANEJO 6:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO.



Aspecto de la parcela objeto de estudio.



Aspecto de la parcela objeto de estudio.



Aspecto de la parcela objeto de estudio.



Aspecto de la parcela objeto de estudio.



Aspecto de la parcela objeto de estudio.



Aspecto de la parcela objeto de estudio.



Aspecto de la parcela objeto de estudio.



Vista del equipo de penetración dinámica en el punto P-1.



Vista del equipo de penetración dinámica en el punto P-2.



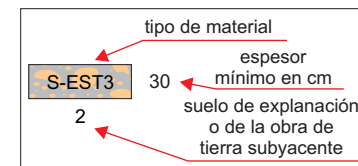
Vista del equipo de penetración dinámica en el punto P-3.

ANEJO 7:
TABLA DE FORMACIÓN DE EXPLANADAS.

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
		SUELOS INADECUADOS O MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
CATEGORIA DE EXPLANADA	E1 E _{v2} 60MPa	 	 			
	E2 E _{v2} 120MPa	 	 		 	
	E3 E _{v2} 300MPa	 	 			

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)
 0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)
 1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)
 2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)
 3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
 S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
 S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)
 HM-20 Hormigón espesor mínimo: 15 cm (Art. 610 del PG-3)



ANEJO 8:
CERTIFICADO DE COLEGIACIÓN.

**VICENTE DE LA PEDRAJA CAÑAS, VICEDECANO DEL
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL
NOROESTE DE ESPAÑA,**

HACE CONSTAR:

Que del examen de los archivos de esta Corporación de Derecho Público, resulta que **D. AUGUSTO VALIÑO RIAL**, con título de ingeniero de minas (equivalente al EQF-7 del Nuevo Marco Europeo de Cualificaciones), es **colegiado** de este Colegio Oficial de Ingenieros de Minas con el nº 3.050, estando habilitado al día de la fecha, para ejercer la profesión de ingeniero de minas en plenitud de derechos y atribuciones.

Y para que conste, a petición del colegiado y al único efecto de acreditar la colegiación y habilitación citada, se extiende el presente documento en Oviedo, a veintiocho de marzo de dos mil diecinueve.

