

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Estación de servicio
Carretera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra.



Peticionario: Valcarce Centro 2017, S.L.
Referencia: 2012187
Diciembre de 2020

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)	9
4.3. Sondeos a rotación con recuperación continua de testigo	9
4.4. Ensayos de laboratorio	11
5. COTAS DE INICIO	11
6. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	12
7. GEOTERMIA	14
8. PRESENCIA DE AGUA	16
8.1. Mediciones de los niveles de agua	16
8.2. Permeabilidad de los materiales (coeficientes de permeabilidad)	17
8.3. Recomendaciones	17
9. EXCAVABILIDAD Y SOSTENIMIENTO DE LOS MATERIALES	18
9.1. Excavabilidad	18
9.2. Sostenimiento	18
10. TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	19
10.1. Consideraciones a tener en cuenta.	19
10.2. Cálculo de la tensión admisible del terreno	19
10.3. Cálculo de los asientos	21
10.4. Recomendaciones de la cimentación	24
11. CONCLUSIONES	26

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 LOS SONDEOS.

ANEJO 4.- PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

ANEJO 5.- CÁLCULO DE ASIENTOS.

ANEJO 6.- RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEJO 7.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

ANEJO 8.- CERTIFICADO DE COLEGIACIÓN.

1. OBJETO DE ESTUDIO

Por petición de Valcarce Centro 2017, S.L. 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 construcción de una Estación de servicio.

El solar donde se ubicará la edificación se sitúa en la Carretera de Anta a Tui, S/N en Tui, Pontevedra.

En la visita realizada a la parcela se observó que el solar objeto de estudio se encuentra en un entorno de pendiente descendente hacia el sureste.



Foto aérea de la zona de estudio.

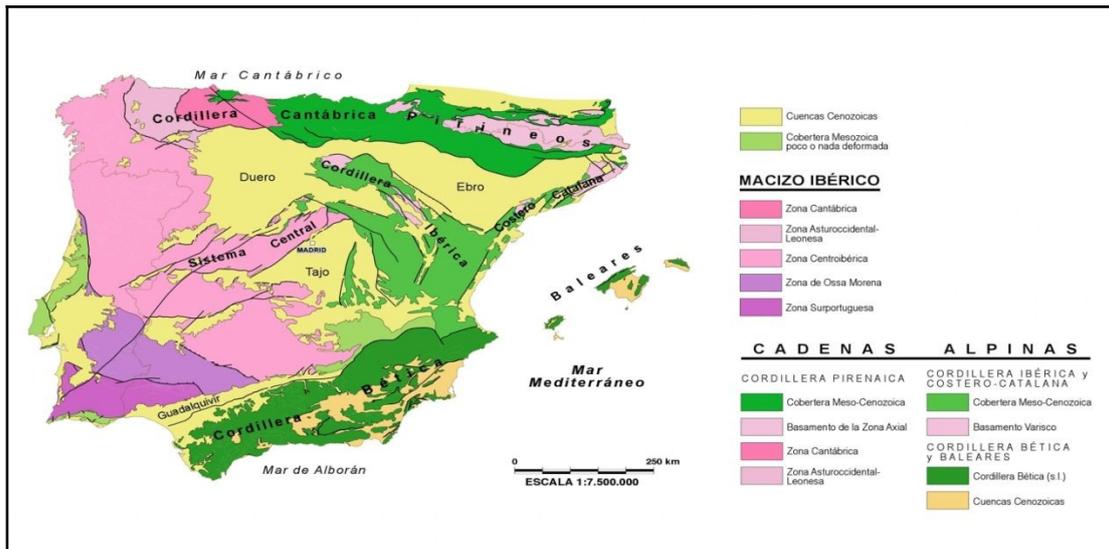
Los límites del solar objeto de estudio son los siguientes:

- Carretera asfaltada al sur y este.
- Resto de parcela con edificaciones industriales al norte y oeste.

(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados y anejo 7: Reportaje fotográfico).

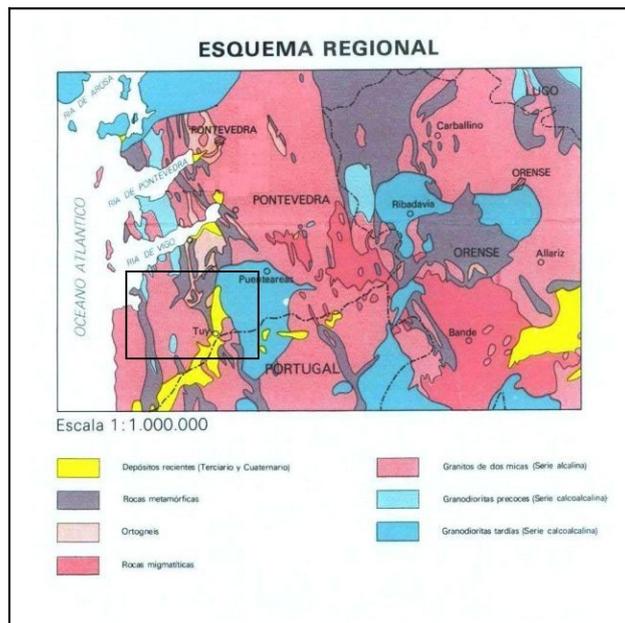
2. MARCO GEOLÓGICO

Geográficamente, el área estudiada se sitúa en el sur de la provincia de Pontevedra, concretamente dentro del concello de Tui. 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 261 (Tui) de la serie MAGNA E 1:50.000, publicada por el ITGE en 1981.



Hoja Nº 261 (Tui)

Se pueden definir a grandes rasgos y desde un punto de vista geológico tres grandes grupos de materiales:

- 1. Complejo Monteferro-El Rosal.** Constituye una formación metasedimentaria en la que han intruido diversas rocas ígneas (granito, pegmatitas, pegmatitas y cuarzo). En la hoja de Tui dichos materiales están representados por:

Complejo esquisto grauwáckico constituida por micaesquistos dorados, cuarzoesquistos y paraneises de dos micas. Entre ellos se intercalan lentejones de metaconglomerados con cantos cuarcíticos muy deformados y niveles de rocas calcosilicatadas.

Serie supraordovícica compuesta mayoritariamente de esquistos andalucíticos de diversos aspectos entre los que se intercalan tramos cuarcíticos .

- 2. Enclaves metasedimentarios en rocas ígneas** los cuales se encuentran dentro de los diferentes macizos graníticos representados en la hoja de Tui. Se han separado dos tipos de enclaves según los litotipos que se presenten en ellos, que quedan situados a ambas zonas de la fractura meridiana que discurre por el valle de Tebra:

Al W de la fractura representado por los enclaves metasedimentarios del Complejo Monteferro-El Rosal.

Al E de la fractura formado por los litotipos del Complejo Vigo-Tui, constituidas por metablastos de plagioclasa.

3. Recubrimientos Cuaternarios representados por los depósitos recientes que son un conjunto de suelos de alteración y depósitos marinos, así como depósitos de terraza .

Los materiales cartografiados en la zona de estudio se corresponden con el contacto de las terrazas de 0 a 10 metros y de 10 a 25 metros con granito de dos micas poco deformado.

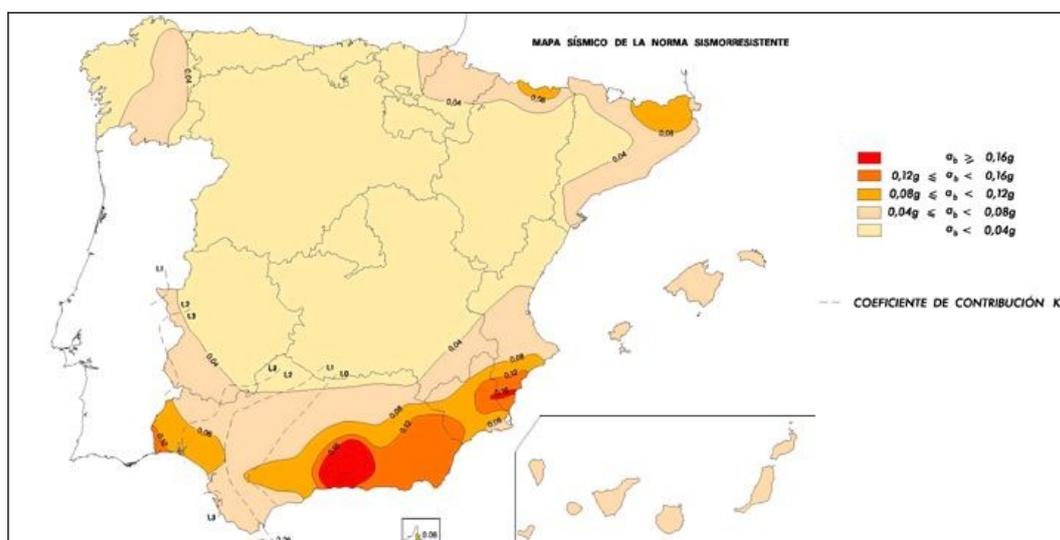
3. SISMICIDAD

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 Tui 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 no será de obligado cumplimiento.



Mapa de peligrosidad sísmica de España.

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

$$a_e = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde:

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

ρ: Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_e 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 ρ=1,0

Construcciones de especial importancia ρ=1,3

S: Coeficiente de amplificación del terreno función del producto **ρ · a_b** que toma los siguientes valores:

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

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

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

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)	0,00	20,00	5,00	5,00

Se obtiene de esta manera el siguiente valor de C:

$$C = 1,47$$

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:

$$a_c = 0,0469 \text{ g}$$

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 Tui 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 ocupada por una edificación que seá demolida, si bien no condicionó la ubicación de los puntos de investigación.

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 90º) 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 ninguno de los ensayos realizados, se ha alcanzado la profundidad de rechazo, dándose por finalizados al alcanzar una profundidad de 9,80 metros. 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)	9,80	9,80	9,80

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

4.3. Sondeos a rotación con recuperación continua de testigo

Para el conocimiento del terreno en profundidad, tanto desde el punto de vista geológico como geotécnico, se ha ejecutado **1 sondeo a rotación con recuperación continua de testigo**, hasta alcanzar una profundidad que permita caracterizar el terreno natural por debajo de la cota de cimentación.

La profundidad alcanzada en el sondeo a rotación S-1 respecto a la cota de inicio del ensayo es de 12,00 metros.

Durante la campaña de perforación se realizaron **2 ensayos de penetración estándar SPT, así como la toma de 1 muestra inalterada de suelo.**

A continuación se presenta una tabla que recoge los datos del muestreo y los datos obtenidos en los ensayos:

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Material	Golpeo	N _{SPT}
S-1	SPT-1	2,40 - 3,00	aluvial	5 - 6 - 7 - 10	13
S-1	SPT-2	5,40 - 6,00	aluvial	13 - 8 - 15 - 29	23
S-1	MI-1	7,80 - 8,40	Granito alterado en grado V	22 - 26 - 24 - 20	--
S-1	SPT-3	8,40 - 9,00	Granito alterado en grado V	9 - 12 - 15 - 20	27
S-1	SPT-4	11,40 - 12,00	Granito alterado en grado V	12 - 22 - 21 - 24	43

El ensayo de penetración estándar (SPT) consiste en la hincada de una cuchara tomamuestras tipo, de 2 pulgadas de diámetro exterior, que se hincada en el terreno mediante una maza de 63,5 Kg de peso que cae desde una altura de 75 cm. Se anotan los golpes necesarios para hincada la cuchara cuatro tramos de 15 cm cada uno, siendo la suma de los dos centrales el valor del N_{SPT}.

Este valor N_{SPT} se relaciona con la resistencia del terreno, sobre todo en terrenos granulares, permitiendo establecer correlaciones con el ángulo de rozamiento interno efectivo del material atravesado (en arenas o gravas finas), densidad relativa, módulo elástico, etc.

Para la realización de los sondeos se utilizó un equipo de rotación ROLATEC RL-600, autopropulsado sobre orugas.

Tras la realización de los sondeos se ha procedido a la testificación de los mismos; haciendo constar en ella la descripción de los diferentes materiales perforados (naturaleza, litología, color, grado de meteorización, compacidad, resistencia, etc.), espesor de los niveles, grados de alteración, muestras y ensayos realizados (tipo, golpeo y cota), porcentajes de recuperación, datos de la perforación, valores de RQD, presencia de agua, resultados de los ensayos de laboratorio, etc.

Se ha seleccionado una muestra de suelo a una profundidad de 4,60 - 5,20 metros correspondiente al nivel previsto de apoyo de la cimentación, para ser ensayada en el laboratorio.

En el anejo 3 se adjunta el registro descriptivo de cada sondeo, seguido del reportaje fotográfico de las cajas portantes del material recuperado.

4.4. Ensayos de laboratorio

Con objeto de identificar y caracterizar los diferentes materiales existentes en el subsuelo, sobre la muestra de suelo obtenida se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

- 1 Granulometría (UNE 103 101 95).
- 1 Límites de Atterberg (UNE 103 103 y 103 104).
- 1 Ensayo de agresividad de suelo al hormigón según norma E.H.E.

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

Muestra	Granulometría (mm)				Plasticidad		Acidez Baumann - Gully (ml/Kg)	Contenido sulfatos (mg/Kg)	Clasificación SUCS
	5	2	0,4	0,08	LL	LP			
S-1 4,60 - 5,20	63	52	34	18	29,5	26,9	69	Contenido nulo	SM

En el anejo 6 (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 se encuentra en un entorno descendente hacia el sureste.

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	S-1
Cota (m)	25,43	25,53	25,27	23,75

Según datos facilitados por el peticionario, la edificación proyectada no constará de sótano, estimándose su cota de cimentación en torno a la cota 21,00 metros. Se ha previsto también la construcción de depósitos subterráneos ubicados en torno a la cota 16,80 metros.

(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: relleno antrópico y suelo vegetal; aluvial y granito alterado en grado V.

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

NIVEL 1

Relleno antrópico y suelo vegetal: arena limosa de color negro y limo arenoso de color marrón pardo oscuro. Consistencia blanda. Presenta materia orgánica y restos de raíces, y un alto grado de humedad.

Se trata de materiales de muy baja compacidad, los golpes obtenidos en los ensayos de penetración son muy bajos, con valores de N_{DPSH} inferiores a 5 golpes.

Los espesores interpretados de este material oscilan entre 0,20 y 1,80 metros, y se recogen en la siguiente tabla:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3	S-1
Espesor (m)	0,20	1,80	1,40	1,50
Cota de techo del nivel	25,43	25,53	25,27	23,75
Cota de base del nivel	25,23	23,73	23,87	22,25

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

Aluvial: limo arenoso de color marrón claro y consistencia media. En la base del nivel contiene gravas y cantos redondeados de diferente tamaño y naturaleza.

Los golpes obtenidos en los ensayos de penetración son bajos-medios, con valores de N_{DPSH} entre 6 y 15, y erráticos con golpes esporádicos más elevados hasta $N_{DPSH} = 49$, probablemente coincidente con la presencia de gravas de gran tamaño.

Los espesores interpretados de este material oscilan entre 4,50 y 7,00 metros, y se recogen en la siguiente tabla:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3	S-1
Espesor (m)	7,00	5,80	5,40	4,50
Cota de techo del nivel	25,23	23,73	23,87	22,25
Cota de base del nivel	18,23	17,93	18,47	17,75

De este material se ha tomado una muestra alterada de suelo a una profundidad de 4,60 - 5,20 metros para ser ensayada en el laboratorio. A continuación se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio:

Muestra	Granulometría (mm)				Plasticidad		Acidez Baumann - Gully (ml/Kg)	Contenido sulfatos (mg/Kg)	Clasificación SUCS
	5	2	0,4	0,08	LL	LP			
S-1 4,60 - 5,20	63	52	34	18	29,5	26,9	69	Contenido nulo	SM

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 SM: arena limosa con grava**.

Los parámetros geomecánicos estimados para materiales de estas características son:

- Angulo de rozamiento interno $\Phi = 30 - 32^\circ$.
- Densidad 1,70-1,90 g/cm³.
- Cohesión $C_u = 0,000 \text{ Kp/cm}^2$.

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, y un ensayo de acidez Baumann-Gully según norma UNE 83962, obteniéndose en este caso un valor de 69 ml/Kg. Estos valores según la norma EHE 2008 clasifican al material como “**no agresivo**” al hormigón.

NIVEL 3

Granito alterado en grado V: de tamaño de grano medio y color beige grisáceo a beige anaranjado por oxidación. Se encuentra completamente alterado a condición de suelo, formando una arena limosa de compacidad media.

Los golpes obtenidos en los ensayos de penetración comienzan con valores de N_{DPSH} entre 10 y 20, y aumentan en profundidad.

En este nivel se finalizan todos los ensayos realizados, alcanzándose una profundidad de 12,00 metros el sondeo S-1. En dicho sondeo se comprobó la continuidad del nivel, aumentando la compacidad del mismo con la profundidad.

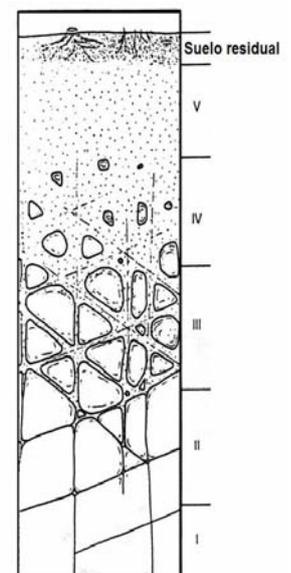
Los parámetros geomecánicos estimados para materiales de estas características son:

- Angulo de rozamiento interno $\Phi = 32 - 34^\circ$.
- Densidad 1,70-1,90 g/cm³.
- Cohesión $C_u = 0,00 - 0,10 \text{ Kp/cm}^2$.

(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados, anejo 2: Resultado de los ensayos de penetración dinámica, anejo 3: Registro de los sondeos y anejo 6: 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. GEOTERMIA

Las energías renovables suponen una alternativa en la generación de calor y frío frente a los combustibles fósiles y, entre ellas, la energía geotérmica es una de las tecnologías que más éxito tiene en la actualidad, desde el punto de vista energético y económico, en términos de sostenibilidad y eficiencia energética.

La energía geotérmica es la energía almacenada en forma de calor que se encuentra bajo la superficie sólida de la tierra que puede aprovecharse para la producción directa de calor. Además, es una energía renovable, se produce de forma continua durante todos los días del año y se genera de forma local, es decir, no hay dependencia de productores externos como en el caso de los combustibles fósiles.

La diferencia de temperatura que existe, debido a la energía geotérmica, entre el interior de la tierra y el exterior provoca una transferencia o flujo de calor, determinado por dos parámetros:

- Gradiente geotérmico, que se define como la variación de temperatura (ΔT^a) en función de una profundidad determinada, expresada de forma habitual en $^{\circ}\text{C}$ por cada 100 metros de profundidad.
- Conductividad térmica, definida como el parámetro que gobierna la velocidad de transferencia de calor en un área determinada debido a un diferencial de temperatura, es decir, la capacidad de que una roca o material geológico posee para transmitir calor, expresado en $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ o $\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$.

Uno de los métodos más comunes de aprovechamiento son los sistemas de uso directo con bomba de calor geotérmica, denominado así por el inmediato aprovechamiento para usos térmicos.

La bomba de calor geotérmica aprovecha la energía térmica almacenada en los primeros trescientos metros de la corteza terrestre, en donde intercambia calor a una temperatura relativamente baja y consigue aumentarla o reducirla para posteriormente usarla en sistemas de calefacción y refrigeración.

Gracias a este sistema es posible el aprovechamiento geotérmico en cualquier tipo de terreno, es decir, no son necesarias unas propiedades térmicas específicas de temperatura y conductividad.

En las instalaciones de energía geotérmica de baja entalpía, el subsuelo y el agua que éste contiene se entienden como una fuente de calor que se aprovecha para generar calefacción, o como una fuente de frío para la generación de refrigeración y como almacén térmico a corto (días) y medio plazo (meses).

Como se ha expuesto anteriormente, uno de los principales parámetros para el diseño de las instalaciones de energía geotérmica es la conductividad térmica del terreno, que depende del tipo de roca o material geológico disponible en la parcela.

Según la norma UNE 100715-1, "Diseño, ejecución y seguimiento de una instalación geotérmica somera", y en base al material observado en el estudio geotécnico, se estima:

$$\lambda = 2,10 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$$

Según la norma UNE 100715-1, este valor de conductividad se corresponde con el mínimo ofrecido en el rango de los granitos, y puede tomarse como base para el dimensionado de instalaciones de aprovechamiento geotérmico de instalaciones en circuito cerrado vertical con una potencia térmica de la instalación inferior a 30 kW. Para instalaciones de mayor potencia se hace necesaria una caracterización geotérmica específica del terreno disponible para el campo de captación.

En cualquier caso se recomienda tomar este valor como preliminar para el cálculo de la instalación, y realizar una estimación mediante simulación numérica del campo de captación con sonda geotérmica para el dimensionado definitivo de la instalación geotérmica.

8. PRESENCIA DE AGUA

8.1. Mediciones de los niveles de agua

Se ha detectado presencia de agua en todos los ensayos realizados.

Durante la ejecución del sondeo se ha observado la presencia superficial de agua, en torno al metro de profundidad. Sin embargo una vez pasado el nivel superficial de relleno antrópico y suelo vegetal el terreno pasó a presentarse seco, por lo que se entiende que el nivel de agua superficial se corresponde con aguas meteóricas y de infiltración procedente de la abundante lluvia registrada tanto en el día de ejecución de los ensayos como en las jornadas previas.

Posteriormente y una vez finalizado el sondeo se pudo comprobar la presencia de nivel freático en el fondo del sondeo, a una profundidad de 9,50 metros. Se descarta que este agua proviniese del nivel de aguas meteóricas citado anteriormente ya que durante la perforación del sondeo este se revistió hasta los 6,00 metros, lo que evitó el paso de agua desde las cotas superiores.

Se considera por tanto como más fiable la medición realizada en el sondeo ya que en las perforaciones resultantes de los ensayos de penetración dinámica no se consiguió el sellado de la perforación, no siendo posible asegurar si el nivel de agua medido se corresponde con el nivel freático o con aguas superficiales que pudieron bajar por el hueco de la perforación desde cotas superiores.

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	S-1
Respecto terreno natural	-5,21	-9,02	-6,75	-9,50
Respecto la topografía facilitada.	20,22	16,51	18,52	14,25

Dado que la cimentación se prevé en torno a la cota 21,00 metros y los depósitos subterráneos en torno a los 16,80 metros no se espera que el nivel freático entre en contacto con la cimentación.

En este sentido se debe precisar que el sondeo se realizó en la zona prevista de implantación de los depósitos.

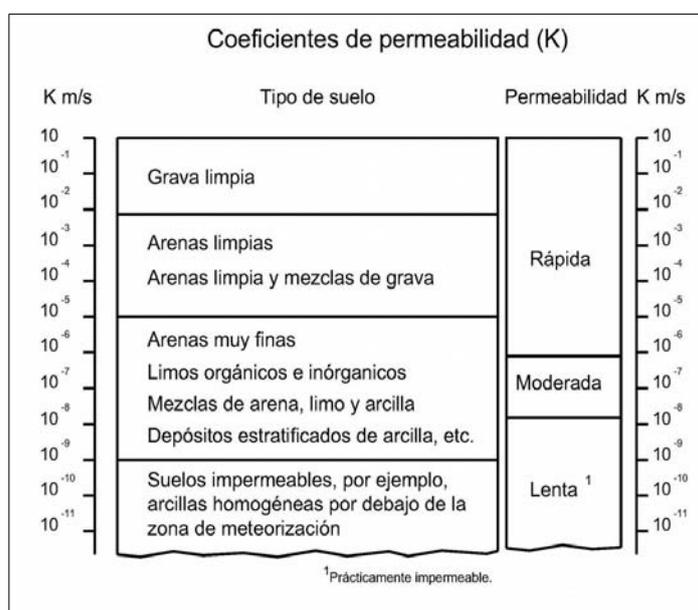
(Ver anejo 1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados, anejo 2: Resultado de los ensayos de penetración dinámica y anejo 3: Registro de los sondeos).

8.2. Permeabilidad de los materiales (coeficientes de permeabilidad)

Los niveles geotécnicos 1 y 2 (relleno antrópico y suelo vegetal; y aluvial) son muy permeables (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 3 (granito alterado en grado V) es un material de permeabilidad media (permeabilidad moderada). 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^{-5} - 10^{-7} m/s.

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



8.3. 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 no afectará a las labores de excavación, sostenimiento y cimentación proyectadas, al encontrarse a una cota inferior a la de cimentación.

En el caso de que durante la realización de los trabajos proyectados apareciese agua, se deberá llevar a cabo un bombeo controlado de la misma, así como diseñar algún sistema de drenaje y/o pozos de captación, que la reconduzca y aleje de la cimentación.

(Ver anejo1: Emplazamiento y situación de los puntos estudiados, anejo 2: Resultado de los ensayos de penetración dinámica y anejo 3: Registro de los sondeos).

9. EXCAVABILIDAD Y SOSTENIMIENTO DE LOS MATERIALES

9.1. Excavabilidad

Dada la naturaleza de los materiales observados en el subsuelo de la parcela, se estima que los materiales presentes en el subsuelo podrán ser excavados mediante métodos convencionales sencillos.

9.2. 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 (relleno antrópico y suelo vegetal), presenta unas propiedades geomecánicas muy deficientes, no se puede garantizar su estabilidad en talud.
Los niveles geotécnicos 2 y 3 (aluvial y granito alterado en grado V) presentan unos parámetros geotécnicos más favorables, con lo que muestra un grado de estabilidad en talud aceptable.
- La entidad de la excavación:
Se ha previsto la excavación de unos 4,00 metros para alcanzar la cota de explanada de la estación de servicio y otros 4,00 – 5,00 metros para la instalación de los depósitos.
- Cota de aparición del agua:
Se ha detectado nivel freático a cotas inferiores a la prevista de excavación, con lo que no es de esperar que las labores de excavación y cimentación se vean afectadas por el nivel freático.
- Límites de la zona a edificar:
La excavación proyectada cuenta con edificaciones próximas.

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 (relleno antrópico y suelo vegetal), deberá retirarse de la cabecera de los taludes, o en su defecto disponerse muy tendidos (relación 2H:1V).

El nivel geotécnico 2 (aluvial), presenta unos parámetros de corte más favorables, podrá disponerse de forma más inclinada (relación 1H:1V).

El nivel geotécnico 3 (granito alterado en grado V), presenta 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.

Se debe prestar especial atención en las zonas donde existen edificaciones y muros próximos de no descalzar el nivel de apoyo de éstos, a fin de evitar daños en las estructuras vecinas.

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.

10. TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

10.1. Consideraciones a tener en cuenta.

- Según datos facilitados por el peticionario, la cota de cimentación prevista se sitúa en torno a la cota 21,00 metros para la estación de servicio y a la 16,80 para los depósitos subterráneos.
- El subsuelo del solar estudiado esta constituido principalmente por 3 unidades o niveles geotécnicos: relleno antrópico y suelo vegetal , aluvial y granito alterado en grado V.
- El nivel geotécnico 1 (relleno antrópico y suelo vegetal) 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 (aluvial y granito alterado en grado V) sí se consideran aptos para soportar el apoyo de cimentaciones
- Se ha detectado presencia de nivel freático a cotas inferiores a la prevista de cimentación, con lo que no es de esperar que las labores de excavación y cimentación se vean afectadas por el nivel freático

10.2. Cálculo de la tensión admisible del terreno

La tensión admisible del terreno se ha calculado mediante la fórmula propuesta por Meyerhof (1956) y modificada posteriormente por Bowles (1982) para suelos granulares:

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{8} \cdot S \cdot K \cdot \left(\frac{B + 0,3}{B} \right)^2$$

donde:

- σ_{adm} : Tensión admisible (Kp/cm²).
- S : Asiento tolerable (en pulgadas).
- N : Número medio de golpes en la zona de influencia de la cimentación.
- B : Ancho de la cimentación (m).
- K : es un factor que depende de la profundidad de la cimentación:

$$K = \left(1 + \frac{D}{3B} \right) \leq 1,33$$

- D : Profundidad de la cimentación (m).

Para el cálculo se ha fijado el asiento tolerable en una pulgada, en cuanto a “K” es un valor creciente con la profundidad, en este caso se ha optado por tomar unos valores conservadores y se ha fijado una profundidad mínima de 0,60 metros, correspondiente al canto de las zapatas. Se han calculado las tensiones admisibles del terreno para los anchos de la zapata más comunes.

Se ha efectuado una conversión del N_{DPSH} de los ensayos penetrométricos superpesados al N_{SPT} para la realización de los cálculos con la fórmula anteriormente mencionada. La conversión se ha realizado siguiendo la fórmula ESOPT (European Symposium on Penetration Testing, Estocolmo 1974) que una vez desarrollada nos da una equivalencia de $N_{SPT} = 1,22 N_{DPSH}$.

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)		
	1,50 Kp/cm ²	2,00 Kp/cm ²	3,00 Kp/cm ²
P-1	-0,20	-4,60	-7,40
P-2	-2,80	-4,80	-7,60
P-3	-1,40	-2,60	-7,00
S-1	-2,40	-2,40	-5,40

RESPECTO A LA TOPOGRAFÍA FACILITADA

Punto Nº	Cota para σ_{adm} (m)		
	1,00 Kp/cm ²	2,00 Kp/cm ²	3,00 Kp/cm ²
P-1	25,23	20,83	18,03
P-2	22,73	20,73	17,93
P-3	23,87	22,67	18,27
S-1	21,35	21,35	18,35

10.3. Cálculo de los asientos

La comprobación de los asientos previsible 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.

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

- 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:

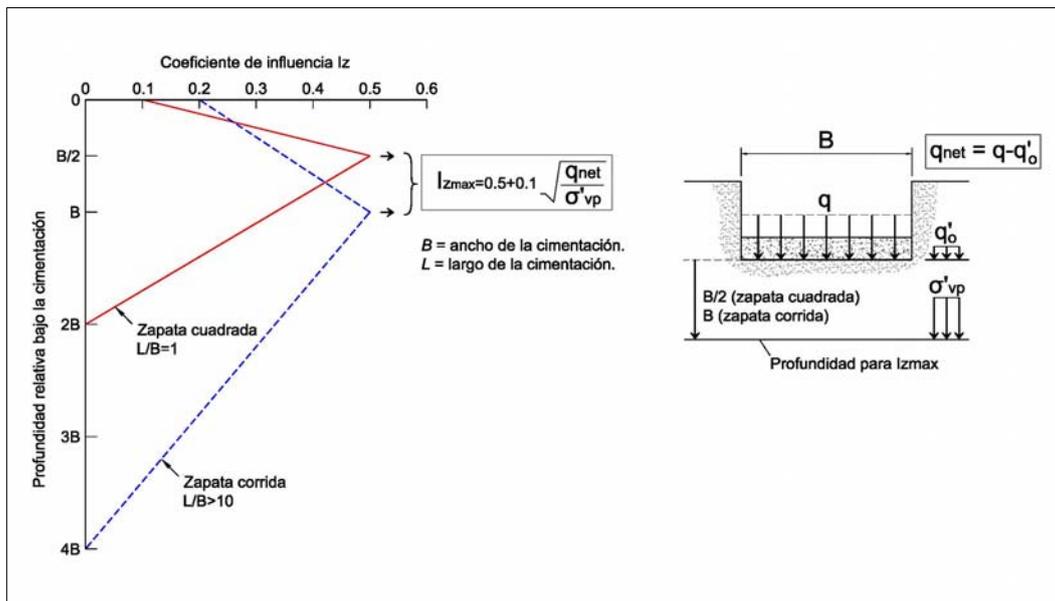
Tipo de suelo:	q_c / N (Kp/cm ²)
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3 - 4
Arena media	4 - 5
Arena gruesa	5 - 8
Grava	8 - 12

- 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 los ensayos realizados.

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 5 (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 para edificios cimentados sobre suelos granulares.

Los asientos calculados son, en general, inferiores a los máximos admitidos por la bibliografía existente para suelos granulares. No obstante en alguno de los ensayos realizados, para los mayores anchos de zapata los asientos obtenidos resultan superiores a los máximos recomendados ($3,50 \text{ cm}$ en suelos granulares).

Por ello, una vez se conozcan las dimensiones definitivas de la cimentación, se deberá comprobar que los asientos resultantes se mantienen por debajo de los máximos admitidos.

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 puntos de investigación, las mayores distorsiones angulares se obtienen entre los puntos P-2 y S-1, donde resulta un asiento diferencial máximo, para una tensión de 2,00 Kp/cm², de 2,61 cm. En este caso, y considerando una distancia entre puntos de 19,45 metros se obtiene un valor de distorsión angular de:

$$\beta_{AB} = 0,00134 = 1/746$$

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 5: 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

10.4. Recomendaciones de la cimentación

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

Dicha tensión se alcanza sobre el nivel geotécnico 2 (aluvial) 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.

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 asentamientos obtenidos como las distorsiones angulares resultantes se mantienen por debajo de los valores máximos recomendados.

11. CONCLUSIONES

- Por petición de Valcarce Centro 2017, S.L. se realizaron una serie de trabajos de investigación geotécnica para la construcción de una Estación de servicio en Tui, Pontevedra.
- El subsuelo del solar estudiado está constituido principalmente por dos unidades o niveles geotécnicos: relleno antrópico y suelo vegetal, aluvial y granito alterado en grado V.
- 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 la que se obtiene la tensión admisible recomendada en cada uno de los ensayos:

Ensayo Nº	P-1	P-2	P-3	P-8
Profundidad (m)	-4,60	-4,80	-2,60	-2,40
Cota (m)	20,83	20,73	22,67	21,35

La tensión recomendada se alcanza sobre el nivel geotécnico 2 (aluvial) descrito en el apartado 5 (descripción de los materiales), a las cotas indicadas en el apartado 10.2. En ningún caso se deberá apoyar la cimentación sobre el nivel geotécnico 1 (relleno antrópico y suelo vegetal).

- Se ha realizado una comprobación de los asentos previsible siguiendo el método de Schmertmann (1970). Los cálculos se han realizado para los distintos ensayos de penetración dinámica realizados, obteniéndose valores mayoritariamente por debajo de los máximos admitidos en la “bibliografía existente”.

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 tanto los asentos máximos, como las distorsiones angulares quedan por debajo de los valores máximos admitidos.

- 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.
- 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 (relleno antrópico y suelo vegetal), deberá retirarse de la cabecera de los taludes, o en su defecto disponerse muy tendidos (relación 2H:1V).

El nivel geotécnico 2 (aluvial), presenta unos parámetros de corte más favorables, podrá disponerse de forma más inclinada (relación 1H:1V).

El nivel geotécnico 3 (granito alterado en grado V), presenta unos parámetros de corte más favorables, 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 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 nivel freático a cotas inferiores a la prevista de cimentación. Por ello no es de esperar que los trabajos de excavación y/o cimentación se vean afectados por la presencia de nivel freático.

No obstante en el caso de que durante la realización de los trabajos proyectados apareciese agua, se deberá llevar a cabo un bombeo controlado de la misma, así como diseñar algún sistema de drenaje y/o pozos de captación, que la reconduzca y aleje de la cimentación.

- En el caso de optar por un sistema de calefacción/refrigeración mediante bomba de calor geotérmica, se recomienda para el predimensionado de la instalación considerar un valor de conductividad térmica del terreno de $\lambda = 2,10 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. En cualquier caso se recomienda tomar este valor como preliminar, y realizar una estimación mediante simulación numérica del campo de captación con sonda geotérmica para el dimensionado definitivo de la instalación geotérmica.
- Se ha tomado una muestra alterada de suelo del nivel geotécnico 2 (aluvial) a una profundidad de 4,60 - 5,20 metros sobre la que se realizó el ensayo de Acidez Baumann - Gully y se determinó el contenido en sulfatos; obteniéndose un resultado de "**no agresivo**" al hormigón.

ESTE INFORME, CONSTA DE 28 PÁGINAS NUMERADAS (INCLUIDA ESTA).
SE PRESENTA A CONTINUACIÓN UN ANEJO DE 35 PÁGINAS NO NUMERADAS.

Meaño, 21 de diciembre de 2020



Augusto Valiño Rial

Ingeniero de Minas

Nº Col. 3050 COIMNE

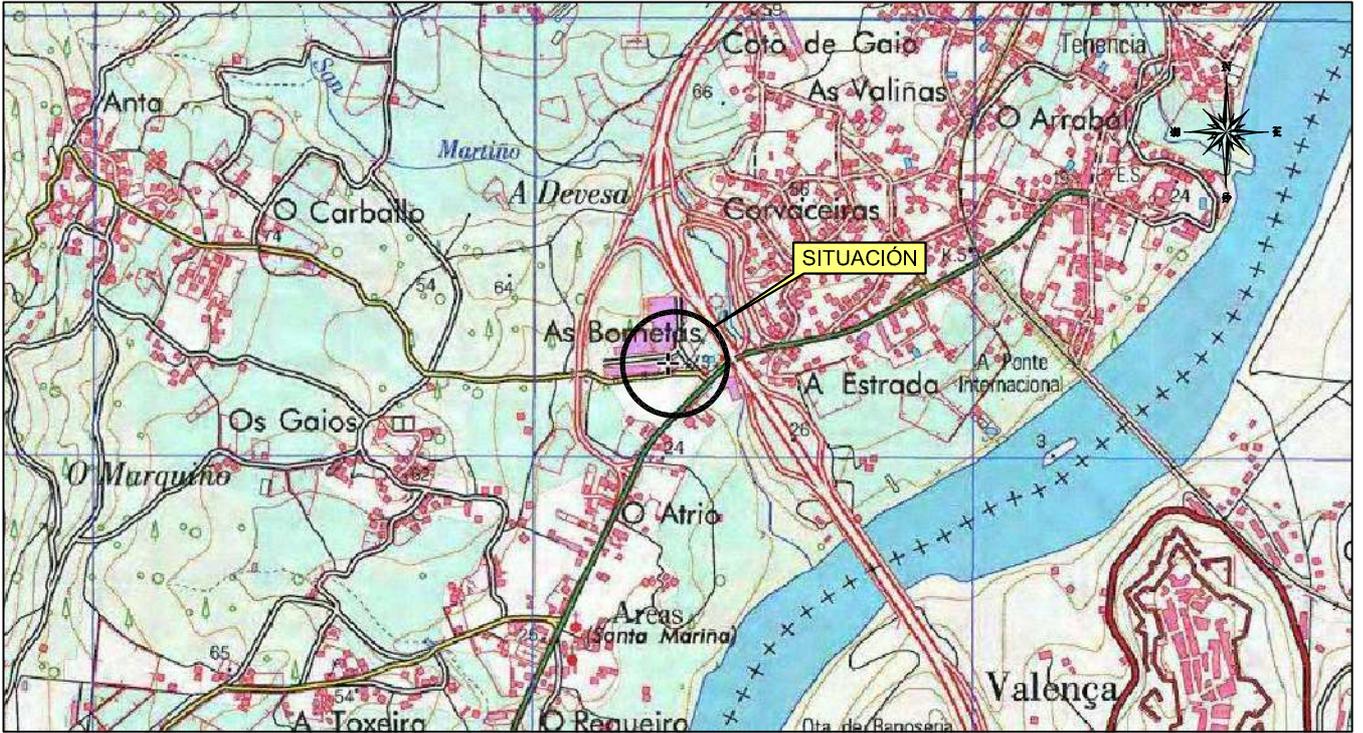


B-94083987
ESTABILIZA GEOTECNIA, S.L.
PARADELA 41, LORES. 36969 MEAÑO



ANEJOS AL INFORME:

ANEJO 1:
EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN DE PUNTOS ESTUDIADOS.



SITUACIÓN
S/E



SITUACIÓN
S/E



REFERENCIA:
20122187

TÍTULO DEL PLANO:
SITUACIÓN DE LA PARCELA

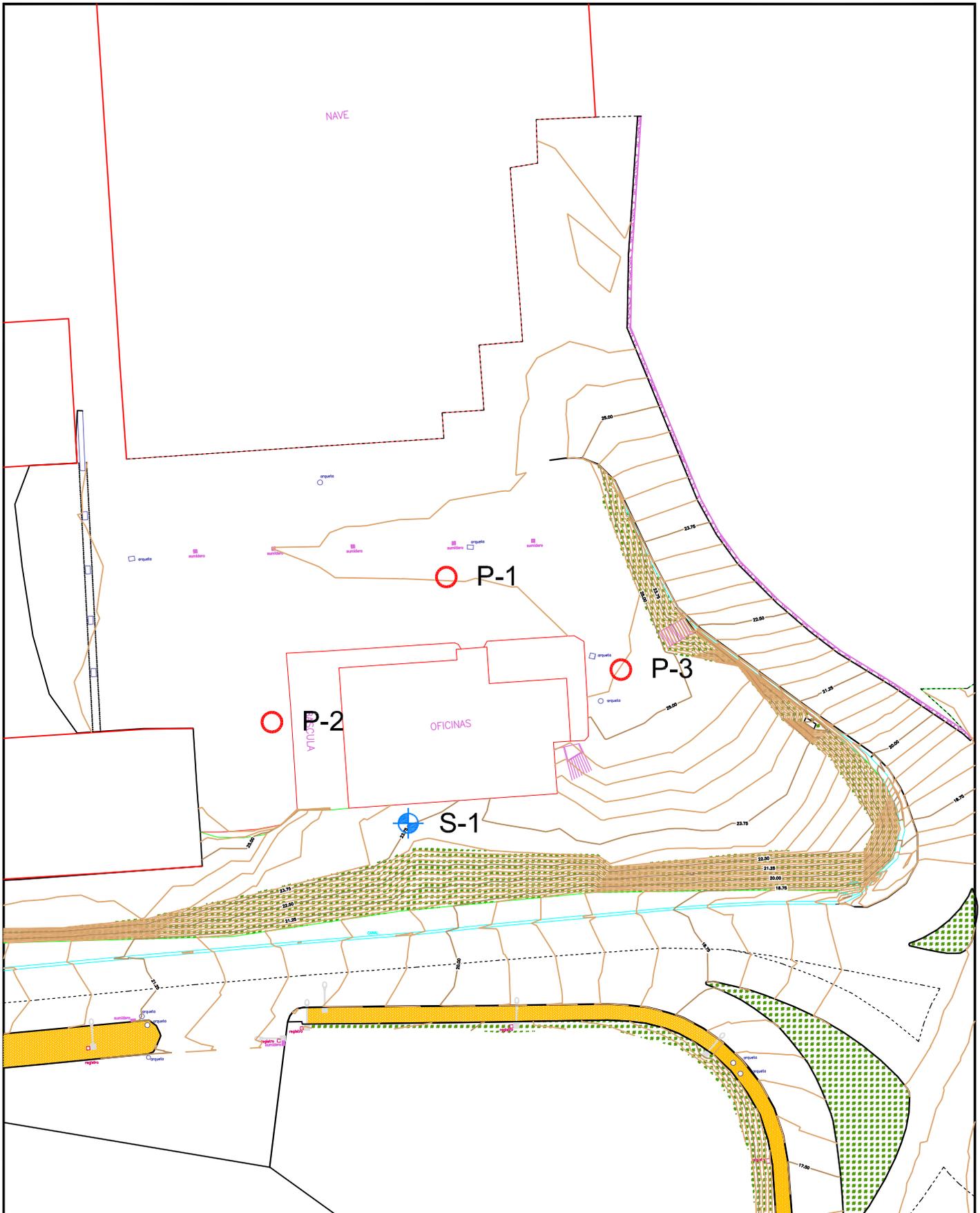
SITUACIÓN:
CARRETERA DE ANTA A TUI, S/N
TUI, PONTEVEDRA

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

FECHA:
DICIEMBRE
2020

OBRA:
ESTACIÓN DE SERVICIO

PETICIONARIO:
VALCARCE CENTRO 2017, S.L.



		Paradeja 41, Lores 36969 - Meaño. pontevedra 886 161 171 info@estabilizageotecnia.com		OBRA: ESTACIÓN DE SERVICIO		LEYENDA  P-1 Ensayo DPSH  SP-1 Sondeo a percusión  Cota de referencia 0,00	
TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN DE LOS PUNTOS ESTUDIADOS				SITUACIÓN: CARRETERA DE ANTA A TUI, S/N TUI, PONTEVEDRA			
REFERENCIA: 20122187	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1/600	PETICIONARIO: VALCARCE CENTRO 2017, S.L.				

ANEJO 2:
RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

OBRA: Estación de servicio

REFERENCIA OBRA: 20122187

SITUACIÓN: Carretera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra

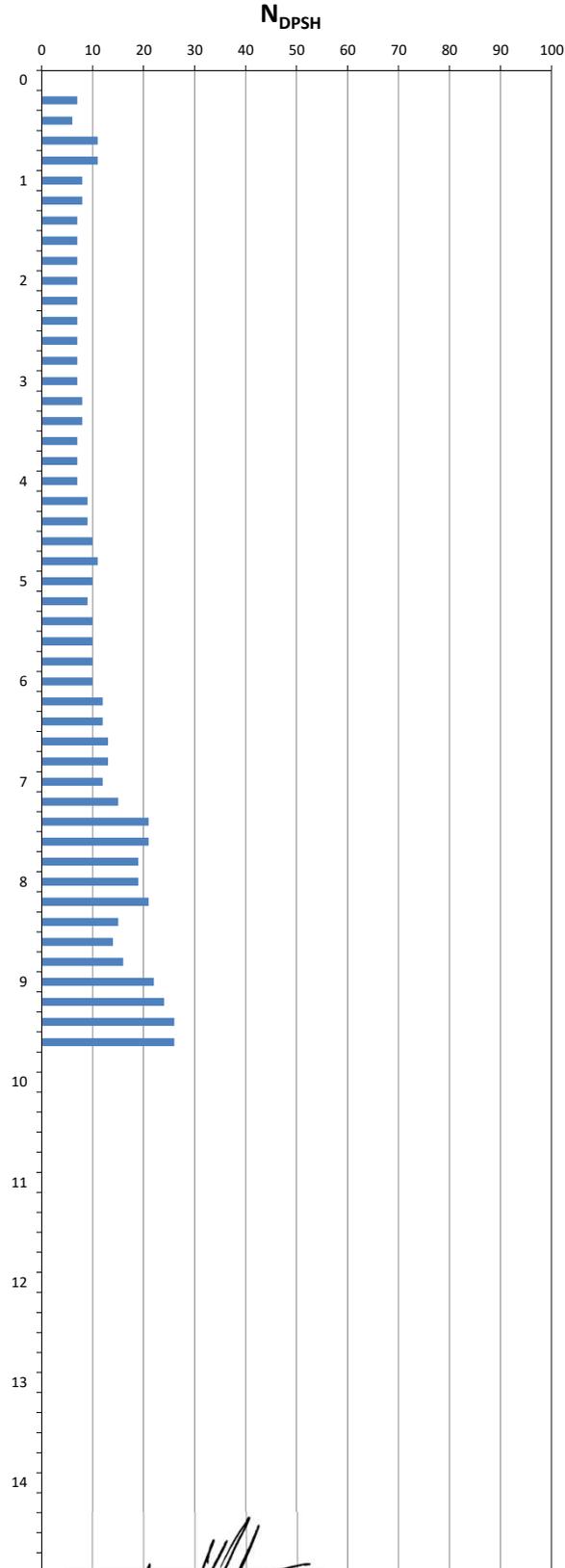
FECHA: 16/12/2020

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 9,80 m.

COTA DE INICIO: 25,43 m.

PRESENCIA DE AGUA: 5,21 m.

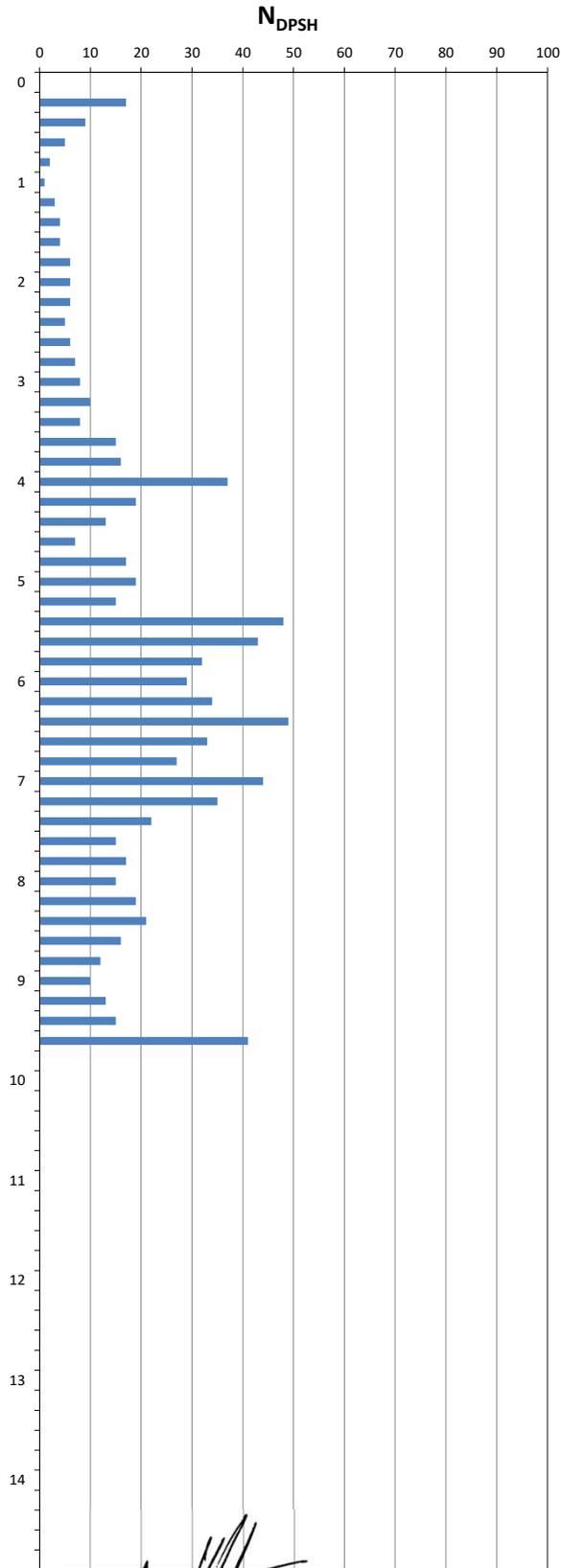
PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO N _{DPSH}
0,0-0,2	HINCA
0,2-0,4	7
0,4-0,6	6
0,6-0,8	11
0,8-1,0	11
1,0-1,2	8
1,2-1,4	8
1,4-1,6	7
1,6-1,8	7
1,8-2,0	7
2,0-2,2	7
2,2-2,4	7
2,4-2,6	7
2,6-2,8	7
2,8-3,0	7
3,0-3,2	7
3,2-3,4	8
3,4-3,6	8
3,6-3,8	7
3,8-4,0	7
4,0-4,2	7
4,2-4,4	9
4,4-4,6	9
4,6-4,8	10
4,8-5,0	11
5,0-5,2	10
5,2-5,4	9
5,4-5,6	10
5,6-5,8	10
5,8-6,0	10
6,0-6,2	10
6,2-6,4	12
6,4-6,6	12
6,6-6,8	13
6,8-7,0	13
7,0-7,2	12
7,2-7,4	15
7,4-7,6	21
7,6-7,8	21
7,8-8,0	19
8,0-8,2	19
8,2-8,4	21
8,4-8,6	15
8,6-8,8	14
8,8-9,0	16
9,0-9,2	22
9,2-9,4	24
9,4-9,6	26
9,6-9,8	26
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: Estación de servicio	REFERENCIA OBRA: 20122187
SITUACIÓN: Carrtera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra	FECHA: 16/12/2020
PROFUNDIDAD ALCANZADA: 9,80 m.	COTA DE INICIO: 25,53 m.
	PRESENCIA DE AGUA: 9,02 m.

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO N _{DPSH}
0,0-0,2	HINCA
0,2-0,4	17
0,4-0,6	9
0,6-0,8	5
0,8-1,0	2
1,0-1,2	1
1,2-1,4	3
1,4-1,6	4
1,6-1,8	4
1,8-2,0	6
2,0-2,2	6
2,2-2,4	6
2,4-2,6	5
2,6-2,8	6
2,8-3,0	7
3,0-3,2	8
3,2-3,4	10
3,4-3,6	8
3,6-3,8	15
3,8-4,0	16
4,0-4,2	37
4,2-4,4	19
4,4-4,6	13
4,6-4,8	7
4,8-5,0	17
5,0-5,2	19
5,2-5,4	15
5,4-5,6	48
5,6-5,8	43
5,8-6,0	32
6,0-6,2	29
6,2-6,4	34
6,4-6,6	49
6,6-6,8	33
6,8-7,0	27
7,0-7,2	44
7,2-7,4	35
7,4-7,6	22
7,6-7,8	15
7,8-8,0	17
8,0-8,2	15
8,2-8,4	19
8,4-8,6	21
8,6-8,8	16
8,8-9,0	12
9,0-9,2	10
9,2-9,4	13
9,4-9,6	15
9,6-9,8	41
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
 AUGUSTO VALIÑO RIAL

DIRECTOR DEL LABORATORIO

OBRA: Estación de servicio

REFERENCIA OBRA: 20122187

SITUACIÓN: Carretera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra

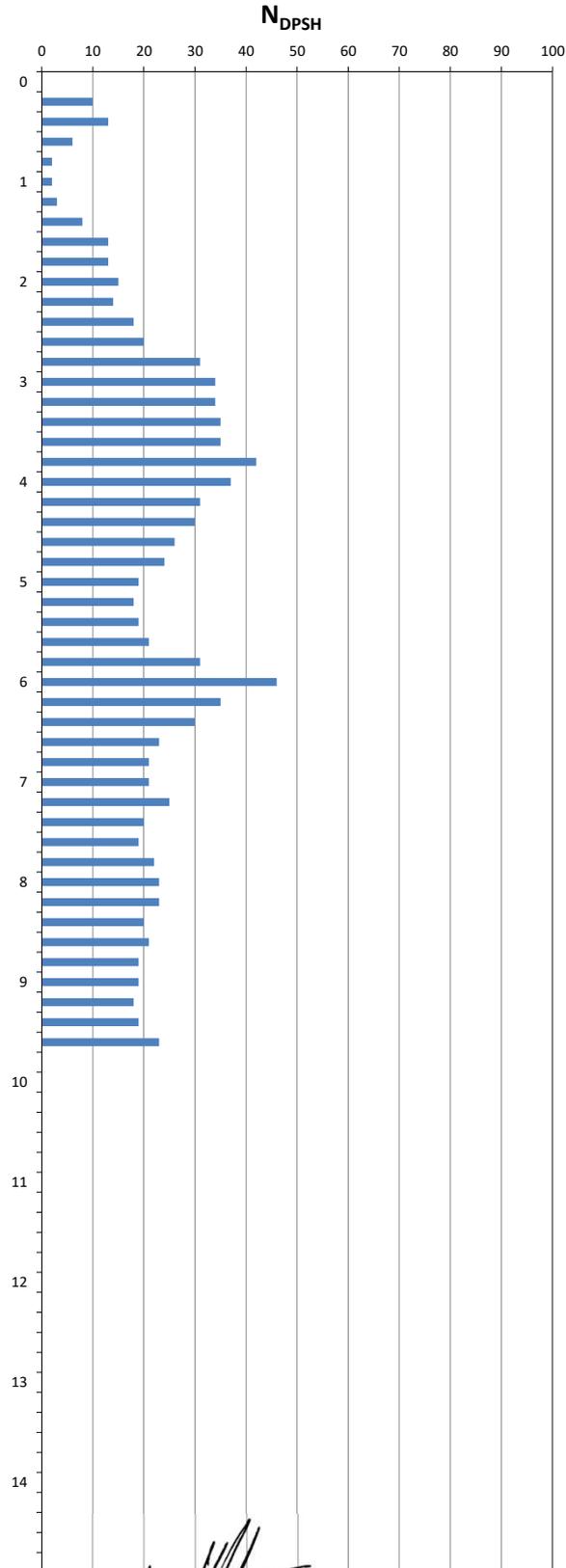
FECHA: 16/12/2020

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 9,80 m.

COTA DE INICIO: 25,27 m.

PRESENCIA DE AGUA: 6,75 m.

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO N _{DPSH}
0,0-0,2	HINCA
0,2-0,4	10
0,4-0,6	13
0,6-0,8	6
0,8-1,0	2
1,0-1,2	2
1,2-1,4	3
1,4-1,6	8
1,6-1,8	13
1,8-2,0	13
2,0-2,2	15
2,2-2,4	14
2,4-2,6	18
2,6-2,8	20
2,8-3,0	31
3,0-3,2	34
3,2-3,4	34
3,4-3,6	35
3,6-3,8	35
3,8-4,0	42
4,0-4,2	37
4,2-4,4	31
4,4-4,6	30
4,6-4,8	26
4,8-5,0	24
5,0-5,2	19
5,2-5,4	18
5,4-5,6	19
5,6-5,8	21
5,8-6,0	31
6,0-6,2	46
6,2-6,4	35
6,4-6,6	30
6,6-6,8	23
6,8-7,0	21
7,0-7,2	21
7,2-7,4	25
7,4-7,6	20
7,6-7,8	19
7,8-8,0	22
8,0-8,2	23
8,2-8,4	23
8,4-8,6	20
8,6-8,8	21
8,8-9,0	19
9,0-9,2	19
9,2-9,4	18
9,4-9,6	19
9,6-9,8	23
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 LOS SONDEOS.



Sondeo S-1 caja 1.



Sondeo S-1 caja 2.



Sondeo S-1 caja 3.



Sondeo S-1 caja 4.



Detalle del SPT-1 del sondeo S-1.



Detalle del SPT-2 del sondeo S-1.

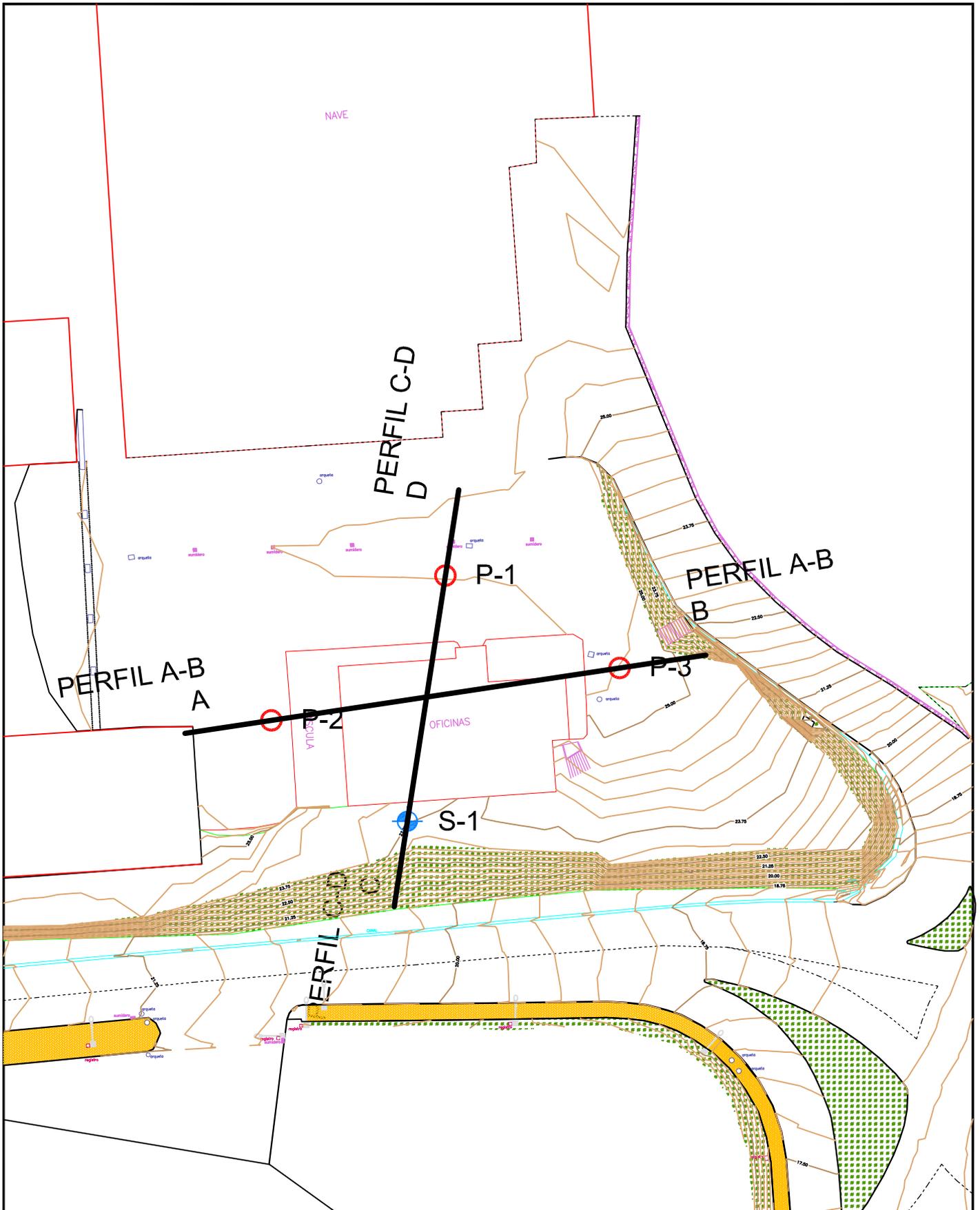


Detalle del SPT-3 del sondeo S-1.

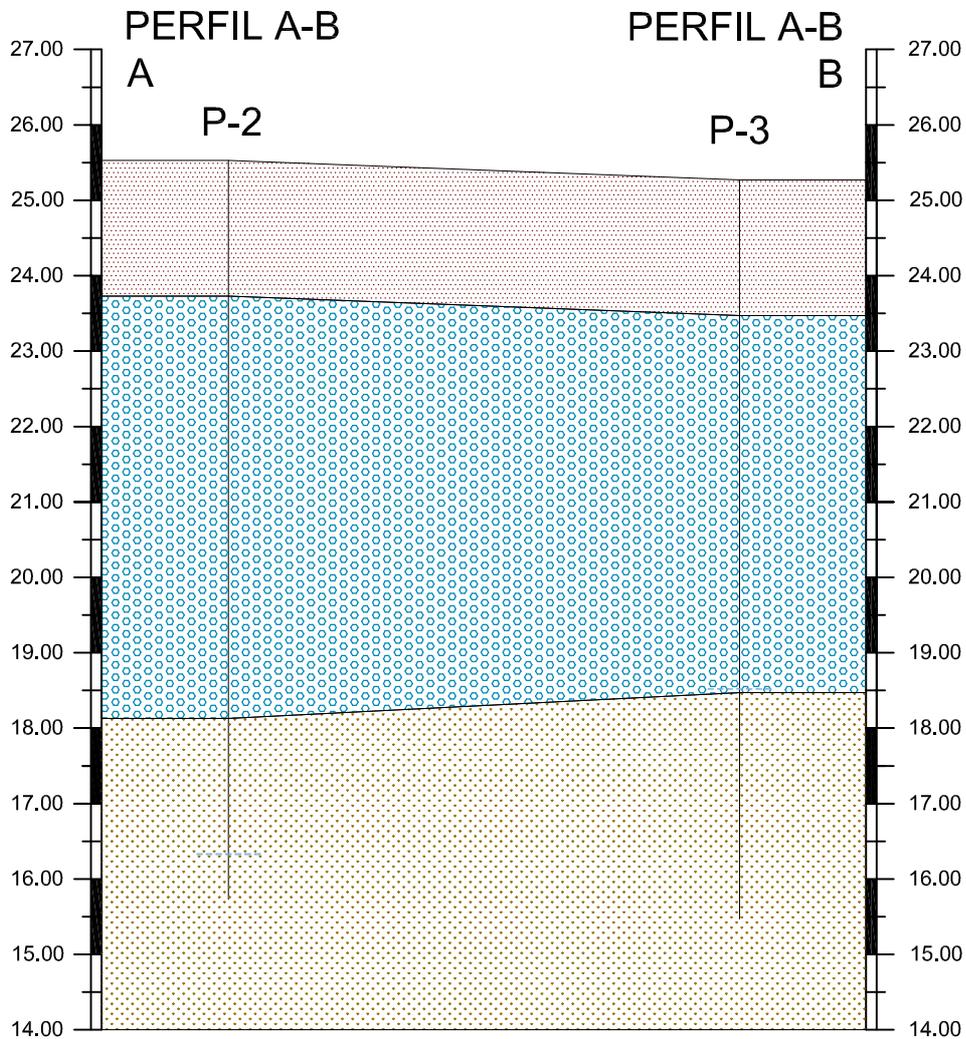


Detalle del SPT-4 del sondeo S-1.

ANEJO 4:
PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS.



		Paradeja 41, Lores 36969 - Meaño. pontevedra 886 161 171 info@estabilizageotecnia.com	OBRA: ESTACIÓN DE SERVICIO	LEYENDA P-1 Ensayo DPSH SP-1 Sondeo a percusión Cota de referencia 0,00
TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN DE LOS PERFILES		SITUACIÓN: CARRETERA DE ANTA A TUI, S/N TUI, PONTEVEDRA		
REFERENCIA: 20122187	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1/300	PETICIONARIO: VALCARCE CENTRO 2017, S.L.	



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

OBRA:

ESTACIÓN DE SERVICIO

LEYENDA

-  Relleno antrópico y suelo vegetal
-  Aluvial
-  Granito alterado en grado V
-  Cota de rechazo
-  Nivel freático

TÍTULO DEL PLANO:

PERFIL GEOLÓGICO

SITUACIÓN:

CARRETERA DE ANTA A TUI, S/N
TUI, PONTEVEDRA

REFERENCIA:

20122187

FECHA:

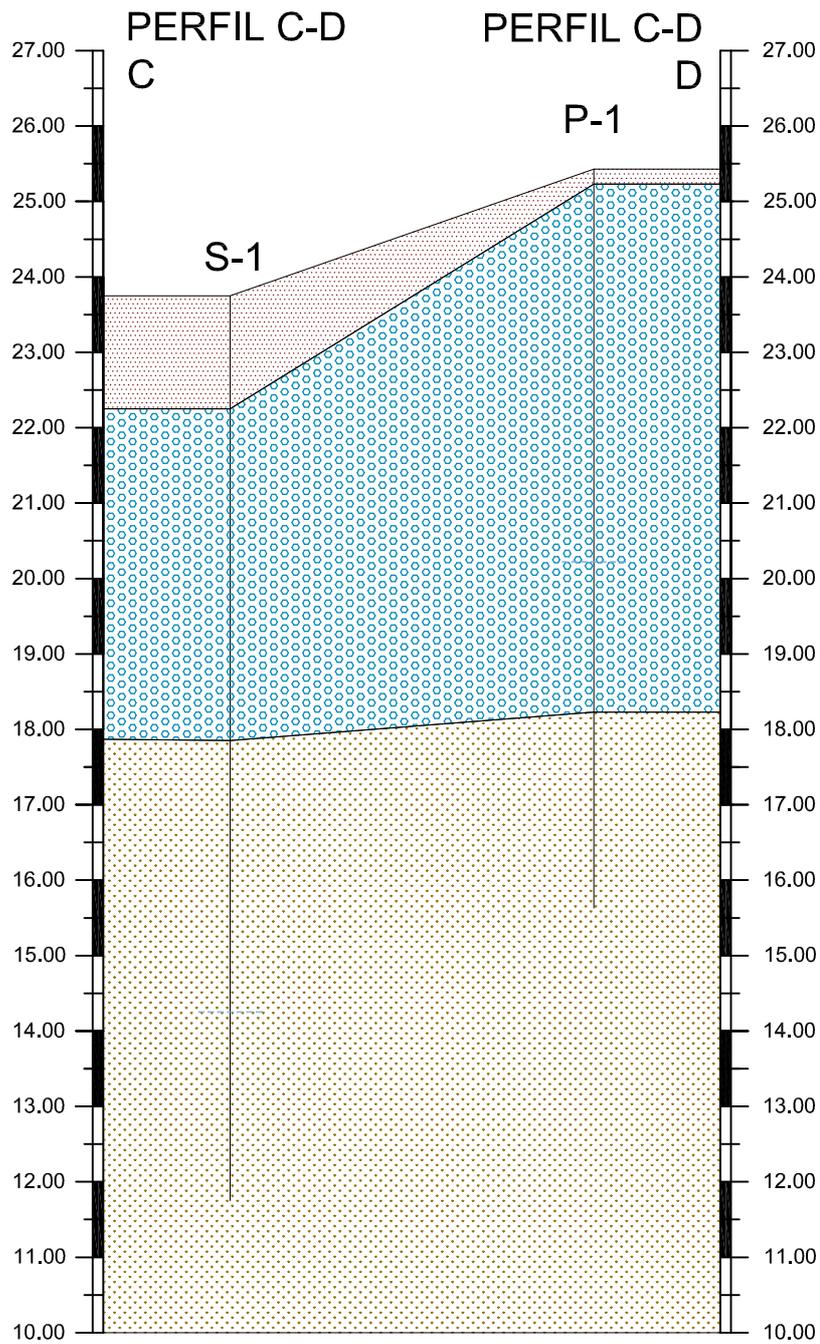
DICIEMBRE
2020

ESCALA:

HORIZONTAL 1/600
VERTICAL 1/100

PETICIONARIO:

VALCARCE CENTRO 2017, S.L.



Estabiliza Geotecnia

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

OBRA:

ESTACIÓN DE SERVICIO

LEYENDA

-  Relleno antrópico y suelo vegetal
-  Aluvial
-  Granito alterado en grado V
-  Cota de rechazo
-  Nivel freático

TÍTULO DEL PLANO:

PERFIL GEOLÓGICO

SITUACIÓN:

CARRETERA DE ANTA A TUI, S/N
TUI, PONTEVEDRA

REFERENCIA:

20122187

FECHA:

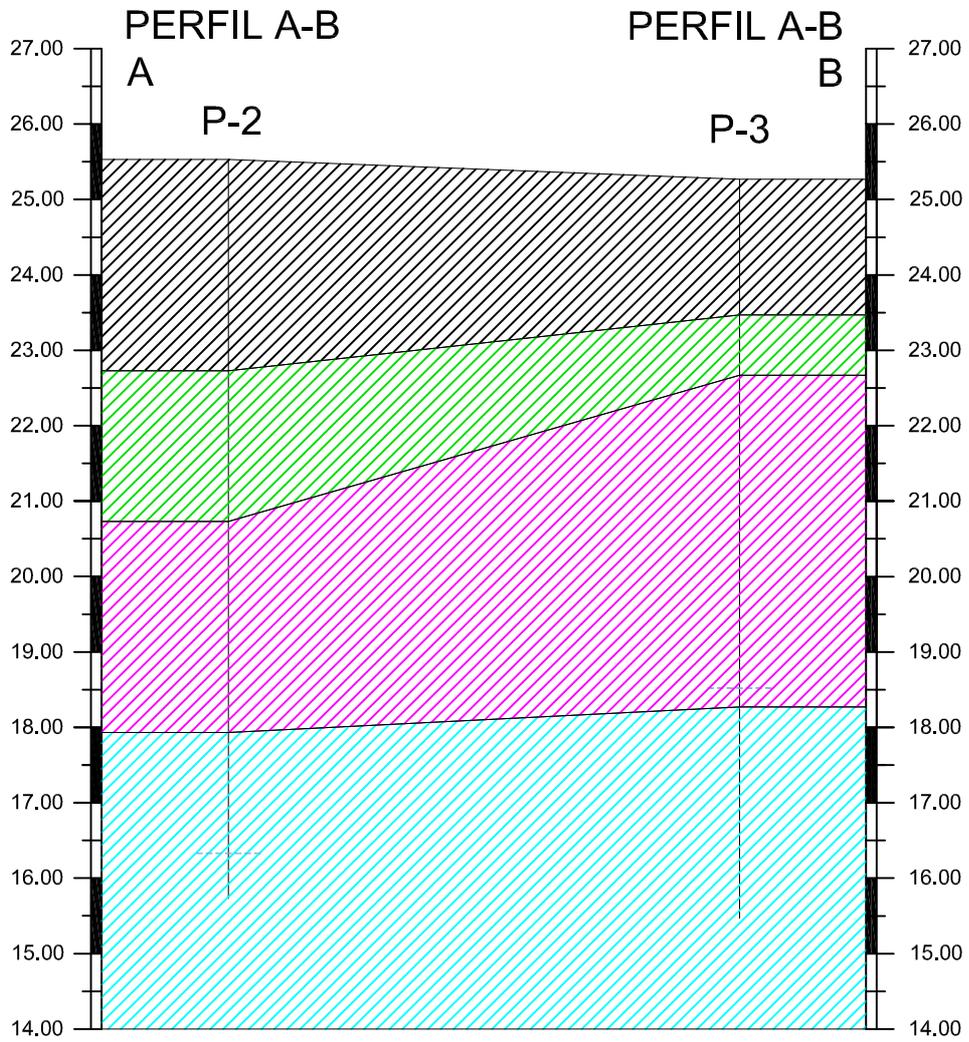
DICIEMBRE
2020

ESCALA:

HORIZONTAL 1/600
VERTICAL 1/100

PETICIONARIO:

VALCARCE CENTRO 2017, S.L.



Estabiliza Geotecnia

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

OBRA:

ESTACIÓN DE SERVICIO

LEYENDA

-  Terreno no apto para cimentar
-  $\sigma_{adm} \leq 1.5 \text{ Kp/cm}^2$
-  $\sigma_{adm} \leq 2.0 \text{ Kp/cm}^2$
-  $\sigma_{adm} \leq 3.0 \text{ Kp/cm}^2$
-  Cota de rechazo
-  Nivel freático

TÍTULO DEL PLANO:

PERFIL GEOTÉCNICO

SITUACIÓN:

CARRETERA DE ANTA A TUI, S/N
TUI, PONTEVEDRA

REFERENCIA:

20122187

FECHA:

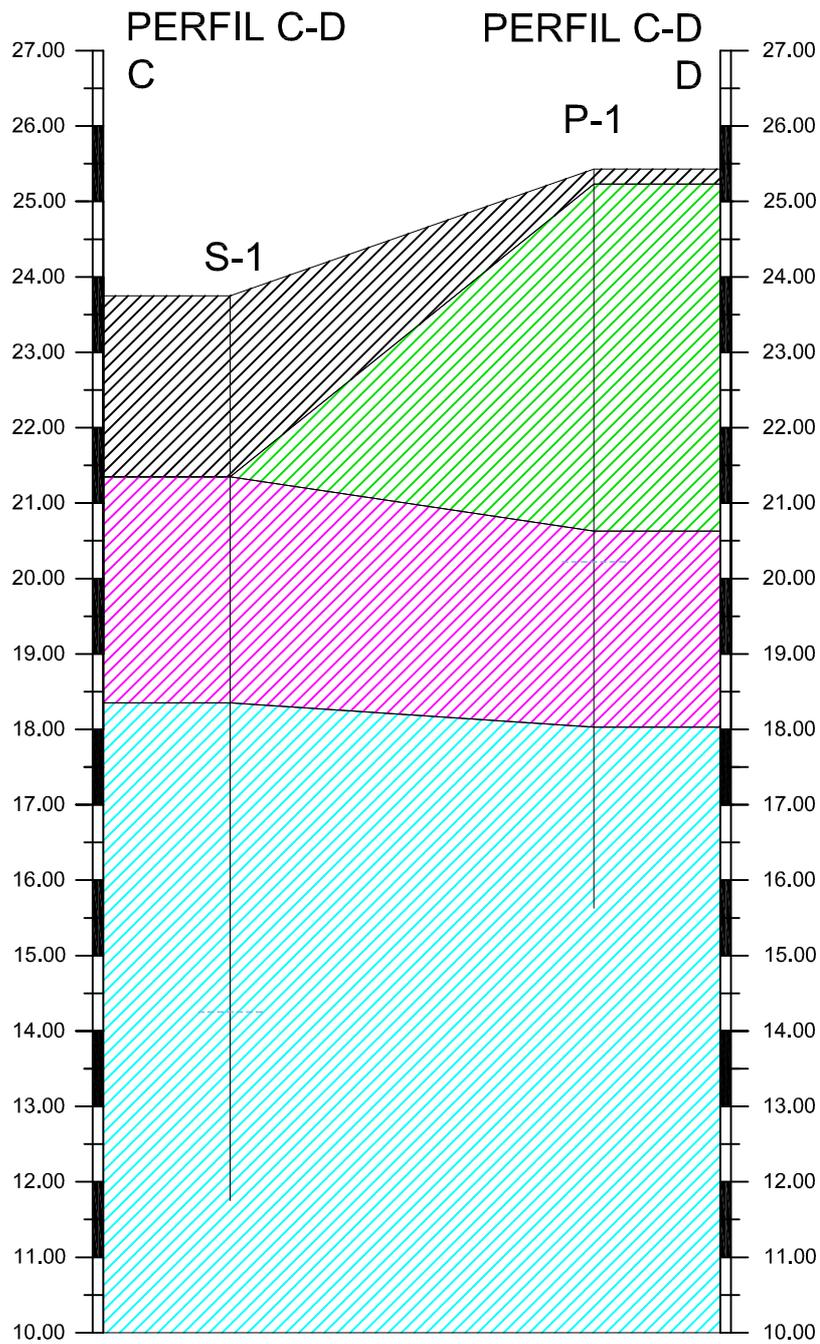
DICIEMBRE
2020

ESCALA:

HORIZONTAL 1/600
VERTICAL 1/100

PETICIONARIO:

VALCARCE CENTRO 2017, S.L.



Estabiliza Geotecnia

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

OBRA:

ESTACIÓN DE SERVICIO

LEYENDA

-  Terreno no apto para cimentar
-  $\sigma_{adm} \leq 1.5 \text{ Kp/cm}^2$
-  $\sigma_{adm} \leq 2.0 \text{ Kp/cm}^2$
-  $\sigma_{adm} \leq 3.0 \text{ Kp/cm}^2$
-  Cota de rechazo
-  Nivel freático

TÍTULO DEL PLANO:

PERFIL GEOTÉCNICO

SITUACIÓN:

CARRETERA DE ANTA A TUI, S/N
TUI, PONTEVEDRA

REFERENCIA:

20122187

FECHA:

DICIEMBRE
2020

ESCALA:

HORIZONTAL 1/600
VERTICAL 1/100

PETICIONARIO:

VALCARCE CENTRO 2017, S.L.

ANEJO 5:
CÁLCULO DE ASIENTOS.

OBRA: Estación de servicio

REFERENCIA OBRA: 20122187

SITUACIÓN: Carretera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra

FECHA: 16/12/2020

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): 25,43

Cota de apoyo de la cimentación (m): 20,80

Canto de la cimentación (m): 0,50

Densidad del suelo (gr/cm³): 1,80

Profundidad del Nivel Freático (m): 5,21

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	1,47										
	1,50	1,50	1,77	2,02								
	2,00	1,53	1,80	2,04	2,26	2,44						
	2,50	1,55	1,84	2,07	2,28	2,45	2,63	2,79				
	3,00	1,59	1,86	2,09	2,29	2,47	2,65	2,80	2,94	3,07		
	3,50	1,62	1,89	2,11	2,30	2,49	2,66	2,82	2,95	3,07	3,29	
	4,00	1,65	1,90	2,13	2,32	2,51	2,67	2,82	2,96	3,08	3,30	3,49
	4,50	1,68	1,92	2,14	2,33	2,52	2,68	2,83	2,97	3,08	3,30	3,49
	5,00	1,70	1,94	2,15	2,35	2,53	2,70	2,84	2,97	3,09	3,30	3,50
	8,00	1,78	2,01	2,22	2,41	2,58	2,73	2,87	3,00	3,11	3,33	3,52
10,00	1,80	2,04	2,25	2,44	2,60	2,75	2,88	3,01	3,12	3,34	3,53	
15,00	1,80	2,07	2,28	2,46	2,62	2,76	2,90	3,02	3,14	3,36	3,56	

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 (m)	1,00	1,38										
	1,50	1,40	1,66	1,90								
	2,00	1,43	1,69	1,92	2,12	2,28						
	2,50	1,46	1,73	1,94	2,13	2,30	2,47	2,62				
	3,00	1,49	1,75	1,96	2,15	2,32	2,48	2,63	2,76	2,88		
	3,50	1,52	1,77	1,98	2,16	2,33	2,49	2,64	2,77	2,88	3,09	
	4,00	1,54	1,78	2,00	2,17	2,35	2,50	2,65	2,77	2,89	3,09	3,28
	4,50	1,57	1,80	2,01	2,18	2,36	2,52	2,66	2,78	2,89	3,10	3,28
	5,00	1,59	1,82	2,02	2,20	2,37	2,53	2,66	2,79	2,90	3,10	3,28
	8,00	1,67	1,88	2,09	2,26	2,42	2,57	2,69	2,81	2,92	3,12	3,30
10,00	1,69	1,92	2,11	2,29	2,44	2,58	2,71	2,82	2,93	3,13	3,32	
15,00	1,69	1,94	2,14	2,31	2,46	2,59	2,72	2,84	2,95	3,15	3,34	

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	1,29										
	1,50	1,31	1,55	1,77								
	2,00	1,34	1,58	1,79	1,98	2,13						
	2,50	1,36	1,61	1,81	1,99	2,15	2,31	2,45				
	3,00	1,39	1,63	1,83	2,00	2,17	2,32	2,46	2,58	2,69		
	3,50	1,42	1,65	1,85	2,01	2,18	2,33	2,47	2,58	2,70	2,89	
	4,00	1,44	1,67	1,86	2,03	2,20	2,34	2,48	2,59	2,70	2,89	3,06
	4,50	1,47	1,68	1,88	2,04	2,21	2,35	2,48	2,60	2,70	2,89	3,07
	5,00	1,48	1,70	1,89	2,06	2,22	2,36	2,49	2,61	2,71	2,90	3,07
	8,00	1,56	1,76	1,95	2,11	2,27	2,40	2,52	2,63	2,73	2,92	3,09
10,00	1,58	1,79	1,97	2,14	2,28	2,41	2,53	2,64	2,74	2,93	3,10	
15,00	1,58	1,81	2,00	2,16	2,30	2,42	2,54	2,65	2,76	2,95	3,13	

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	1,20										
	1,50	1,22	1,44	1,65								
	2,00	1,24	1,47	1,66	1,84	1,99						
	2,50	1,26	1,50	1,68	1,85	2,00	2,15	2,28				
	3,00	1,29	1,52	1,70	1,86	2,01	2,16	2,29	2,40	2,51		
	3,50	1,32	1,53	1,72	1,87	2,03	2,17	2,30	2,41	2,51	2,69	
	4,00	1,34	1,55	1,73	1,89	2,04	2,18	2,30	2,41	2,51	2,69	2,85
	4,50	1,37	1,56	1,75	1,90	2,05	2,19	2,31	2,42	2,52	2,70	2,86
	5,00	1,38	1,58	1,75	1,91	2,06	2,20	2,32	2,43	2,52	2,70	2,86
	8,00	1,45	1,64	1,81	1,97	2,11	2,23	2,34	2,45	2,54	2,72	2,88
10,00	1,47	1,67	1,84	1,99	2,13	2,25	2,36	2,46	2,55	2,73	2,89	
15,00	1,47	1,69	1,87	2,01	2,14	2,26	2,37	2,47	2,57	2,75	2,92	

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	1,11										
	1,50	1,13	1,33	1,52								
	2,00	1,15	1,36	1,54	1,70	1,84						
	2,50	1,17	1,39	1,56	1,72	1,85	1,99	2,11				
	3,00	1,19	1,41	1,57	1,73	1,87	2,00	2,12	2,22	2,32		
	3,50	1,22	1,42	1,59	1,74	1,88	2,01	2,13	2,23	2,33	2,49	
	4,00	1,24	1,43	1,61	1,75	1,89	2,02	2,13	2,24	2,33	2,50	2,65
	4,50	1,27	1,45	1,62	1,76	1,90	2,03	2,14	2,24	2,33	2,50	2,65
	5,00	1,28	1,46	1,62	1,77	1,91	2,04	2,15	2,25	2,34	2,50	2,65
	8,00	1,34	1,51	1,68	1,82	1,95	2,07	2,17	2,27	2,36	2,52	2,67
10,00	1,36	1,55	1,70	1,85	1,97	2,08	2,18	2,28	2,37	2,53	2,68	
15,00	1,36	1,57	1,73	1,86	1,98	2,09	2,20	2,29	2,38	2,55	2,71	

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	1,02										
	1,50	1,04	1,23	1,40								
	2,00	1,06	1,25	1,42	1,57	1,69						
	2,50	1,08	1,28	1,44	1,58	1,71	1,83	1,94				
	3,00	1,10	1,29	1,45	1,59	1,72	1,84	1,95	2,05	2,14		
	3,50	1,12	1,31	1,47	1,60	1,73	1,85	1,96	2,06	2,14	2,30	
	4,00	1,14	1,32	1,48	1,61	1,74	1,86	1,97	2,06	2,15	2,30	2,44
	4,50	1,17	1,34	1,49	1,62	1,75	1,87	1,97	2,07	2,15	2,31	2,44
	5,00	1,18	1,35	1,50	1,63	1,76	1,88	1,98	2,07	2,16	2,31	2,45
	8,00	1,24	1,40	1,55	1,68	1,80	1,91	2,00	2,09	2,17	2,33	2,47
10,00	1,25	1,42	1,57	1,70	1,82	1,92	2,01	2,10	2,18	2,34	2,48	
15,00	1,25	1,44	1,60	1,72	1,83	1,93	2,03	2,12	2,20	2,35	2,50	

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:

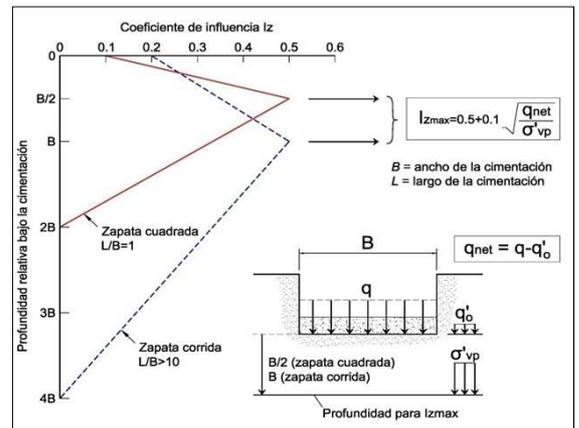
q_0 : Tensión efectiva del terreno a cota de apoyo de la cimentación

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

$$I_{zmax} = 0.5 + 0.1 \left(\frac{q_{net}}{\sigma'_{vp}} \right)^{0.5}$$

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

REFERENCIA OBRA: 20122187

SITUACIÓN: Carretera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra

FECHA: 16/12/2020

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): 25,53

Cota de apoyo de la cimentación (m): 20,80

Canto de la cimentación (m): 0,50

Densidad del suelo (gr/cm³): 1,80

Profundidad del Nivel Freático (m): 9,02

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	0,58												
	1,50	0,57	0,64	0,71										
	2,00	0,58	0,64	0,73	0,85	0,98								
	2,50	0,58	0,65	0,75	0,87	1,00	1,17	1,34						
	3,00	0,58	0,66	0,76	0,89	1,03	1,20	1,37	1,52	1,66				
	3,50	0,58	0,67	0,78	0,91	1,06	1,23	1,40	1,54	1,68	1,91			
	4,00	0,59	0,68	0,80	0,93	1,09	1,26	1,42	1,57	1,70	1,93	2,13		
	4,50	0,60	0,70	0,82	0,96	1,12	1,29	1,45	1,59	1,71	1,94	2,15		
	5,00	0,60	0,71	0,84	0,98	1,15	1,32	1,47	1,61	1,73	1,96	2,16		
	8,00	0,68	0,81	0,97	1,14	1,30	1,45	1,58	1,70	1,82	2,03	2,22		
10,00	0,73	0,89	1,06	1,23	1,38	1,51	1,64	1,75	1,87	2,07	2,25			
15,00	0,73	1,00	1,23	1,37	1,50	1,63	1,74	1,85	1,95	2,14	2,32			

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	0,54												
	1,50	0,54	0,60	0,67										
	2,00	0,54	0,60	0,68	0,80	0,92								
	2,50	0,54	0,61	0,70	0,82	0,94	1,10	1,26						
	3,00	0,54	0,62	0,72	0,84	0,97	1,12	1,29	1,43	1,56				
	3,50	0,55	0,63	0,73	0,85	0,99	1,15	1,31	1,45	1,58	1,80			
	4,00	0,55	0,64	0,75	0,88	1,02	1,18	1,34	1,47	1,59	1,81	2,00		
	4,50	0,56	0,65	0,77	0,90	1,05	1,21	1,36	1,49	1,61	1,82	2,02		
	5,00	0,56	0,67	0,79	0,92	1,08	1,24	1,38	1,51	1,63	1,84	2,03		
	8,00	0,63	0,76	0,91	1,07	1,22	1,36	1,48	1,60	1,71	1,91	2,08		
10,00	0,69	0,84	1,00	1,15	1,29	1,42	1,54	1,65	1,75	1,94	2,11			
15,00	0,69	0,93	1,15	1,29	1,41	1,53	1,64	1,74	1,83	2,01	2,18			

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	0,50												
	1,50	0,50	0,56	0,63										
	2,00	0,50	0,56	0,64	0,74	0,86								
	2,50	0,51	0,57	0,65	0,76	0,88	1,02	1,18						
	3,00	0,51	0,58	0,67	0,78	0,90	1,05	1,20	1,34	1,46				
	3,50	0,51	0,59	0,69	0,80	0,93	1,08	1,23	1,36	1,47	1,68			
	4,00	0,52	0,60	0,70	0,82	0,96	1,11	1,25	1,38	1,49	1,70	1,88		
	4,50	0,52	0,61	0,72	0,84	0,98	1,13	1,27	1,39	1,51	1,71	1,89		
	5,00	0,53	0,62	0,74	0,86	1,01	1,16	1,29	1,41	1,52	1,72	1,90		
	8,00	0,59	0,71	0,85	1,00	1,14	1,27	1,39	1,50	1,60	1,78	1,95		
10,00	0,64	0,78	0,93	1,08	1,21	1,33	1,44	1,54	1,64	1,82	1,98			
15,00	0,64	0,87	1,08	1,20	1,32	1,43	1,53	1,63	1,72	1,89	2,04			

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	0,47												
	1,50	0,47	0,52	0,58										
	2,00	0,47	0,52	0,59	0,69	0,80								
	2,50	0,47	0,53	0,61	0,71	0,82	0,95	1,10						
	3,00	0,47	0,54	0,62	0,73	0,84	0,98	1,12	1,24	1,36				
	3,50	0,48	0,55	0,64	0,74	0,87	1,01	1,14	1,26	1,37	1,57			
	4,00	0,48	0,55	0,65	0,76	0,89	1,03	1,16	1,28	1,39	1,58	1,75		
	4,50	0,49	0,57	0,67	0,78	0,91	1,05	1,18	1,30	1,40	1,59	1,76		
	5,00	0,49	0,58	0,69	0,80	0,94	1,08	1,20	1,32	1,42	1,60	1,77		
	8,00	0,55	0,66	0,79	0,93	1,07	1,18	1,29	1,39	1,49	1,66	1,82		
10,00	0,60	0,73	0,87	1,01	1,13	1,24	1,34	1,44	1,53	1,70	1,85			
15,00	0,60	0,81	1,01	1,12	1,23	1,33	1,43	1,52	1,60	1,76	1,91			

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	0,43												
	1,50	0,43	0,48	0,54										
	2,00	0,43	0,48	0,55	0,64	0,74								
	2,50	0,44	0,49	0,56	0,66	0,76	0,88	1,02						
	3,00	0,44	0,50	0,58	0,67	0,78	0,91	1,04	1,15	1,26				
	3,50	0,44	0,51	0,59	0,69	0,80	0,93	1,06	1,17	1,27	1,46			
	4,00	0,44	0,51	0,61	0,71	0,82	0,96	1,08	1,19	1,29	1,47	1,62		
	4,50	0,45	0,53	0,62	0,72	0,85	0,98	1,10	1,20	1,30	1,48	1,63		
	5,00	0,45	0,54	0,64	0,74	0,87	1,00	1,11	1,22	1,32	1,49	1,64		
	8,00	0,51	0,62	0,73	0,86	0,99	1,10	1,20	1,29	1,38	1,54	1,69		
10,00	0,56	0,68	0,81	0,93	1,05	1,15	1,24	1,33	1,42	1,57	1,72			
15,00	0,56	0,76	0,93	1,04	1,14	1,24	1,33	1,41	1,49	1,63	1,77			

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	1,00	0,40												
	1,50	0,40	0,44	0,50										
	2,00	0,40	0,45	0,51	0,59	0,68								
	2,50	0,40	0,45	0,52	0,61	0,70	0,82	0,94						
	3,00	0,40	0,46	0,53	0,62	0,72	0,84	0,96	1,07	1,16				
	3,50	0,41	0,47	0,55	0,64	0,74	0,86	0,98	1,08	1,18	1,34			
	4,00	0,41	0,47	0,56	0,65	0,76	0,88	1,00	1,10	1,19	1,35	1,50		
	4,50	0,41	0,48	0,57	0,67	0,78	0,90	1,01	1,11	1,20	1,36	1,51		
	5,00	0,42	0,50	0,59	0,68	0,80	0,92	1,03	1,13	1,21	1,37	1,52		
	8,00	0,47	0,57	0,68	0,80	0,91	1,01	1,11	1,20	1,28	1,43	1,56		
10,00	0,51	0,62	0,74	0,86	0,96	1,06	1,15	1,23	1,31	1,45	1,58			
15,00	0,51	0,70	0,86	0,96	1,06	1,14	1,22	1,30	1,37	1,51	1,64			

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:

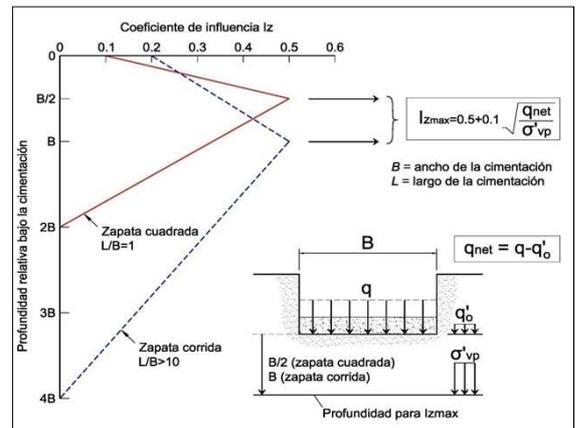
q_0 : Tensión efectiva del terreno a cota de apoyo de la cimentación

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



OBRA: Estación de servicio

REFERENCIA OBRA: 20122187

SITUACIÓN: Carretera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra

FECHA: 16/12/2020

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): 25,27

Cota de apoyo de la cimentación (m): 21,00

Canto de la cimentación (m): 0,50

Densidad del suelo (gr/cm³): 1,80

Profundidad del Nivel Freático (m): 6,75

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	0,64												
	1,50	0,65	0,77	0,89										
	2,00	0,66	0,78	0,90	1,03	1,15								
	2,50	0,68	0,80	0,92	1,04	1,16	1,28	1,40						
	3,00	0,69	0,81	0,93	1,06	1,18	1,30	1,42	1,55	1,67				
	3,50	0,70	0,82	0,95	1,07	1,20	1,32	1,44	1,56	1,69	1,93			
	4,00	0,71	0,84	0,97	1,09	1,21	1,33	1,46	1,58	1,71	1,94	2,19		
	4,50	0,73	0,85	0,98	1,10	1,23	1,35	1,48	1,60	1,72	1,96	2,20		
	5,00	0,74	0,86	0,99	1,12	1,24	1,37	1,49	1,62	1,74	1,98	2,22		
	(m)	8,00	0,80	0,94	1,07	1,20	1,33	1,46	1,59	1,71	1,83	2,08	2,32	
	10,00	0,84	0,98	1,12	1,25	1,39	1,52	1,64	1,77	1,89	2,14	2,38		
	15,00	0,84	1,03	1,23	1,37	1,51	1,64	1,77	1,90	2,03	2,28	2,54		

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	0,60												
	1,50	0,61	0,72	0,83										
	2,00	0,62	0,73	0,84	0,96	1,07								
	2,50	0,63	0,75	0,86	0,98	1,09	1,20	1,32						
	3,00	0,64	0,76	0,87	0,99	1,11	1,22	1,34	1,45	1,57				
	3,50	0,66	0,77	0,89	1,00	1,12	1,23	1,35	1,47	1,59	1,81			
	4,00	0,67	0,78	0,91	1,02	1,14	1,25	1,37	1,49	1,60	1,83	2,05		
	4,50	0,68	0,80	0,92	1,03	1,15	1,27	1,38	1,50	1,62	1,84	2,07		
	5,00	0,69	0,81	0,93	1,05	1,16	1,28	1,40	1,52	1,63	1,86	2,09		
	(m)	8,00	0,75	0,88	1,01	1,13	1,25	1,37	1,49	1,61	1,72	1,95	2,18	
	10,00	0,79	0,92	1,05	1,18	1,30	1,42	1,54	1,66	1,78	2,01	2,24		
	15,00	0,79	0,97	1,16	1,29	1,42	1,54	1,66	1,79	1,91	2,14	2,38		

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	0,56												
	1,50	0,57	0,67	0,78										
	2,00	0,58	0,68	0,79	0,90	1,00								
	2,50	0,59	0,70	0,80	0,91	1,02	1,13	1,23						
	3,00	0,60	0,71	0,82	0,93	1,03	1,14	1,25	1,36	1,47				
	3,50	0,61	0,72	0,83	0,94	1,05	1,15	1,27	1,37	1,48	1,69			
	4,00	0,62	0,73	0,85	0,95	1,06	1,17	1,28	1,39	1,50	1,71	1,92		
	4,50	0,64	0,74	0,86	0,97	1,08	1,18	1,29	1,41	1,51	1,72	1,94		
	5,00	0,64	0,76	0,87	0,98	1,09	1,20	1,31	1,42	1,53	1,74	1,95		
	(m)	8,00	0,70	0,82	0,94	1,05	1,17	1,28	1,39	1,50	1,61	1,83	2,04	
	10,00	0,74	0,86	0,98	1,10	1,22	1,33	1,44	1,55	1,66	1,88	2,10		
	15,00	0,74	0,91	1,08	1,20	1,33	1,44	1,56	1,67	1,79	2,01	2,23		

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	0,52												
	1,50	0,53	0,62	0,72										
	2,00	0,54	0,64	0,73	0,84	0,93								
	2,50	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15						
	3,00	0,56	0,66	0,76	0,86	0,96	1,06	1,16	1,27	1,37				
	3,50	0,57	0,67	0,77	0,87	0,98	1,07	1,18	1,28	1,38	1,58			
	4,00	0,58	0,68	0,79	0,89	0,99	1,09	1,19	1,29	1,40	1,59	1,79		
	4,50	0,59	0,69	0,80	0,90	1,00	1,10	1,21	1,31	1,41	1,61	1,81		
	5,00	0,60	0,70	0,81	0,91	1,01	1,12	1,22	1,32	1,42	1,62	1,82		
	(m)	8,00	0,65	0,77	0,88	0,98	1,09	1,19	1,30	1,40	1,50	1,70	1,90	
	10,00	0,69	0,80	0,91	1,03	1,14	1,24	1,35	1,45	1,55	1,75	1,96		
	15,00	0,69	0,84	1,01	1,12	1,24	1,34	1,45	1,56	1,67	1,87	2,08		

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	0,48												
	1,50	0,49	0,58	0,67										
	2,00	0,50	0,59	0,68	0,77	0,87								
	2,50	0,51	0,60	0,69	0,79	0,88	0,97	1,06						
	3,00	0,52	0,61	0,70	0,80	0,89	0,98	1,08	1,17	1,27				
	3,50	0,53	0,62	0,72	0,81	0,91	1,00	1,09	1,19	1,28	1,47			
	4,00	0,54	0,63	0,73	0,82	0,92	1,01	1,11	1,20	1,29	1,48	1,66		
	4,50	0,55	0,64	0,74	0,83	0,93	1,02	1,12	1,21	1,31	1,49	1,68		
	5,00	0,56	0,65	0,75	0,85	0,94	1,04	1,13	1,23	1,32	1,50	1,69		
	(m)	8,00	0,61	0,71	0,81	0,91	1,01	1,11	1,20	1,30	1,39	1,58	1,77	
	10,00	0,64	0,74	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,34	1,44	1,63	1,82		
	15,00	0,64	0,78	0,94	1,04	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	1,74	1,93		

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	1,00	0,44												
	1,50	0,45	0,53	0,62										
	2,00	0,46	0,54	0,63	0,71	0,80								
	2,50	0,47	0,55	0,64	0,73	0,81	0,90	0,98						
	3,00	0,48	0,56	0,65	0,74	0,82	0,91	0,99	1,08	1,17				
	3,50	0,49	0,57	0,66	0,75	0,83	0,92	1,01	1,10	1,18	1,35			
	4,00	0,50	0,58	0,67	0,76	0,85	0,93	1,02	1,11	1,20	1,37	1,54		
	4,50	0,50	0,59	0,68	0,77	0,86	0,94	1,03	1,12	1,21	1,38	1,55		
	5,00	0,51	0,60	0,69	0,78	0,87	0,96	1,04	1,13	1,22	1,39	1,56		
	(m)	8,00	0,56	0,65	0,75	0,84	0,93	1,02	1,11	1,20	1,29	1,46	1,63	
	10,00	0,59	0,69	0,78	0,88	0,97	1,06	1,15	1,24	1,33	1,50	1,68		
	15,00	0,59	0,72	0,86	0,96	1,06	1,15	1,25	1,34	1,43	1,61	1,79		

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:

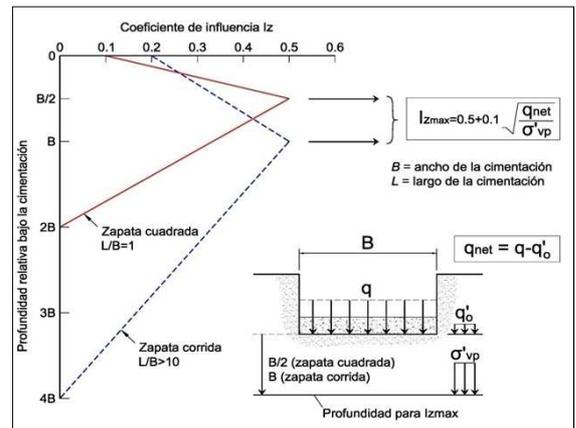
q_0 : Tensión efectiva del terreno a cota de apoyo de la cimentación

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

$$I_{zmax} = 0.5 + 0.1 \left(\frac{q_{net}}{\sigma'_{vp}} \right)^{0.5}$$

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

REFERENCIA OBRA: 20122187

SITUACIÓN: Carretera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra

FECHA: 16/12/2020

Para la realización de los siguientes cálculos se han considerado los golpes obtenidos en el sondeo S-1, así como los siguientes valores de cálculo:

Cota de inicio del ensayo (m): 23,75

Cota de apoyo de la cimentación (m): 20,00

Canto de la cimentación (m): 0,50

Densidad del suelo (gr/cm³): 1,80

Profundidad del Nivel Freático (m): 9,50

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	1,59										
	1,50	1,61	1,81	1,99								
	2,00	1,62	1,83	1,99	2,15	2,27						
	2,50	1,63	1,85	2,00	2,15	2,28	2,40	2,52				
	3,00	1,65	1,85	2,01	2,16	2,29	2,41	2,52	2,62	2,72		
	3,50	1,66	1,85	2,02	2,16	2,29	2,41	2,53	2,63	2,72	2,91	
	4,00	1,67	1,86	2,03	2,16	2,30	2,42	2,53	2,63	2,73	2,91	3,10
	4,50	1,68	1,86	2,03	2,17	2,30	2,42	2,53	2,63	2,73	2,92	3,10
	5,00	1,68	1,87	2,03	2,17	2,30	2,43	2,53	2,64	2,73	2,92	3,11
	6,00	1,70	1,88	2,05	2,19	2,32	2,44	2,55	2,65	2,75	2,95	3,14
8,00	1,70	1,88	2,05	2,19	2,32	2,44	2,55	2,65	2,75	2,95	3,14	
10,00	1,69	1,89	2,05	2,19	2,32	2,44	2,55	2,66	2,77	2,97	3,15	
15,00	1,69	1,88	2,05	2,19	2,33	2,46	2,58	2,70	2,81	3,00	3,18	

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	1,49										
	1,50	1,50	1,70	1,86								
	2,00	1,52	1,71	1,87	2,01	2,13						
	2,50	1,53	1,73	1,88	2,02	2,14	2,26	2,36				
	3,00	1,54	1,73	1,88	2,02	2,15	2,26	2,37	2,46	2,56		
	3,50	1,56	1,74	1,89	2,02	2,15	2,26	2,37	2,46	2,56	2,73	
	4,00	1,57	1,74	1,90	2,03	2,16	2,27	2,37	2,47	2,56	2,73	2,91
	4,50	1,58	1,75	1,90	2,03	2,16	2,27	2,38	2,47	2,56	2,74	2,92
	5,00	1,58	1,75	1,90	2,04	2,16	2,28	2,38	2,48	2,56	2,74	2,92
	6,00	1,59	1,76	1,92	2,05	2,18	2,29	2,39	2,49	2,59	2,78	2,95
8,00	1,59	1,77	1,92	2,06	2,18	2,29	2,40	2,50	2,60	2,79	2,96	
10,00	1,59	1,77	1,92	2,06	2,18	2,29	2,40	2,50	2,60	2,79	2,96	
15,00	1,59	1,77	1,92	2,06	2,19	2,31	2,43	2,54	2,64	2,82	2,99	

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	1,39										
	1,50	1,40	1,59	1,74								
	2,00	1,42	1,60	1,75	1,88	1,99						
	2,50	1,43	1,62	1,75	1,89	2,00	2,11	2,21				
	3,00	1,44	1,62	1,76	1,89	2,01	2,11	2,21	2,30	2,39		
	3,50	1,45	1,62	1,77	1,89	2,01	2,12	2,22	2,31	2,39	2,55	
	4,00	1,46	1,63	1,78	1,90	2,02	2,12	2,22	2,31	2,40	2,56	2,72
	4,50	1,47	1,63	1,78	1,90	2,02	2,13	2,22	2,31	2,40	2,56	2,73
	5,00	1,48	1,64	1,78	1,91	2,02	2,13	2,22	2,32	2,40	2,57	2,74
	6,00	1,49	1,65	1,80	1,92	2,04	2,14	2,24	2,33	2,42	2,60	2,76
8,00	1,49	1,65	1,80	1,93	2,04	2,15	2,25	2,34	2,44	2,62	2,78	
10,00	1,48	1,66	1,80	1,93	2,04	2,15	2,25	2,34	2,44	2,62	2,78	
15,00	1,48	1,65	1,80	1,93	2,05	2,16	2,27	2,37	2,47	2,64	2,80	

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	1,30										
	1,50	1,31	1,48	1,62								
	2,00	1,32	1,49	1,62	1,75	1,86						
	2,50	1,33	1,50	1,63	1,76	1,86	1,96	2,06				
	3,00	1,34	1,51	1,64	1,76	1,87	1,97	2,06	2,15	2,23		
	3,50	1,35	1,51	1,65	1,76	1,87	1,97	2,07	2,15	2,23	2,38	
	4,00	1,36	1,51	1,65	1,77	1,88	1,97	2,07	2,15	2,23	2,38	2,54
	4,50	1,37	1,52	1,66	1,77	1,88	1,98	2,07	2,16	2,23	2,39	2,55
	5,00	1,37	1,52	1,66	1,78	1,88	1,98	2,07	2,16	2,24	2,39	2,55
	6,00	1,39	1,54	1,67	1,79	1,90	2,00	2,09	2,17	2,26	2,42	2,58
8,00	1,38	1,54	1,67	1,80	1,90	2,00	2,09	2,18	2,27	2,44	2,59	
10,00	1,38	1,54	1,68	1,80	1,91	2,02	2,12	2,22	2,30	2,47	2,62	
15,00	1,38	1,54	1,68	1,80	1,91	2,02	2,12	2,22	2,30	2,47	2,62	

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	1,20										
	1,50	1,21	1,37	1,50								
	2,00	1,22	1,38	1,50	1,62	1,72						
	2,50	1,23	1,39	1,51	1,63	1,72	1,82	1,91				
	3,00	1,24	1,40	1,52	1,63	1,73	1,82	1,91	1,99	2,07		
	3,50	1,25	1,40	1,52	1,63	1,74	1,83	1,92	1,99	2,07	2,21	
	4,00	1,26	1,40	1,53	1,64	1,74	1,83	1,92	2,00	2,07	2,21	2,36
	4,50	1,27	1,41	1,53	1,64	1,74	1,84	1,92	2,00	2,07	2,22	2,36
	5,00	1,27	1,41	1,54	1,65	1,75	1,84	1,92	2,01	2,08	2,22	2,37
	6,00	1,28	1,42	1,55	1,66	1,76	1,85	1,94	2,02	2,09	2,25	2,39
8,00	1,28	1,43	1,55	1,67	1,77	1,86	1,94	2,03	2,11	2,27	2,41	
10,00	1,28	1,43	1,56	1,67	1,77	1,87	1,97	2,06	2,14	2,29	2,43	
15,00	1,28	1,43	1,56	1,67	1,77	1,87	1,97	2,06	2,14	2,29	2,43	

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	1,00	1,10										
	1,50	1,11	1,26	1,38								
	2,00	1,12	1,27	1,39	1,50	1,59						
	2,50	1,13	1,28	1,39	1,50	1,59	1,68	1,76				
	3,00	1,14	1,29	1,40	1,50	1,60	1,68	1,76	1,84	1,91		
	3,50	1,15	1,29	1,41	1,51	1,60	1,69	1,77	1,84	1,91	2,04	
	4,00	1,16	1,29	1,41	1,51	1,61	1,69	1,77	1,84	1,91	2,04	2,18
	4,50	1,17	1,30	1,41	1,51	1,61	1,69	1,77	1,85	1,91	2,05	2,18
	5,00	1,17	1,30	1,42	1,52	1,61	1,70	1,77	1,85	1,92	2,05	2,19
	6,00	1,18	1,31	1,43	1,53	1,63	1,71	1,79	1,86	1,93	2,08	2,21
8,00	1,18	1,32	1,43	1,54	1,63	1,72	1,79	1,87	1,95	2,09	2,22	
10,00	1,18	1,32	1,44	1,54	1,63	1,72	1,79	1,87	1,95	2,09	2,22	
15,00	1,18	1,32	1,44	1,54	1,64	1,73	1,82	1,90	1,98	2,12	2,25	

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:

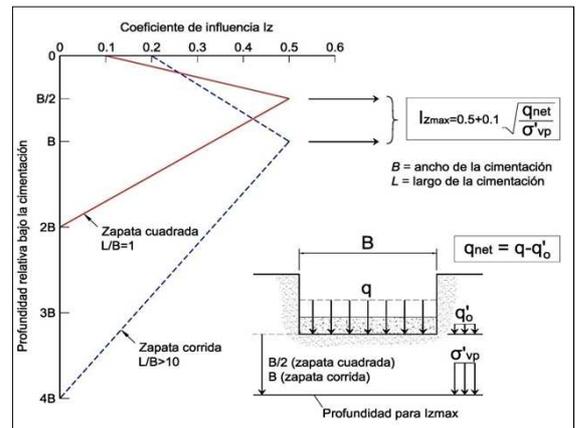
q_0 : Tensión efectiva del terreno a cota de apoyo de la cimentación

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

$$I_{zmax} = 0.5 + 0.1 \left(\frac{q_{net}}{\sigma'_{vp}} \right)^{0.5}$$

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

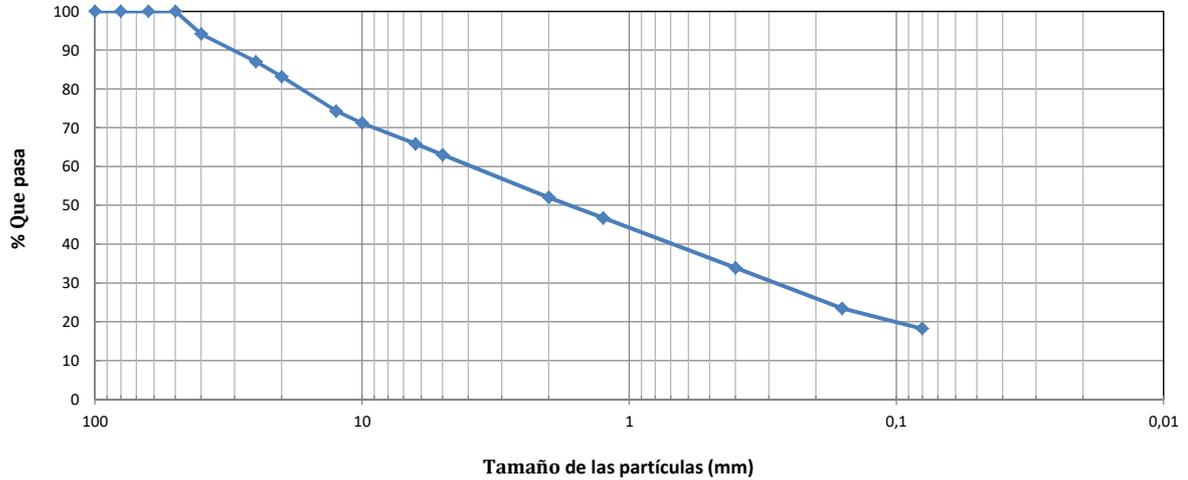
Tipo de suelo:	q_c / N Kp/cm²
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3-4
Arena media	4-5
Arena gruesa	5-8
Grava	8-12



ANEJO 6:
RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

OBRA:	Estación de servicio	REFERENCIA OBRA:	20122187
SITUACIÓN:	Carrtera de Anta a Tui, S/N, Tui, Pontevedra	FECHA DE MUESTREO:	16/12/2020
MUESTRA:	M-1	LUGAR DE TOMA:	S-1
		PROFUNDIDAD:	10,00 - 10,60
		TIPO DE MUESTRA:	SUELO

Análisis granulométrico UNE 103101



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
% QUE PASA	100	100	100	100	94	87	83	74	71	66	63	52	47	34	23	18

LIMITES DE ATTERBERG

UNE 103 103	LÍMITE LÍQUIDO	29,5
UNE 103 104	LÍMITE PLÁSTICO	26,9
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	2,6

AGRESIVIDAD DE SUELO FRENTE AL HORMIGÓN (EHE)		
Débil	Medio	Fuerte
2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000
>200		

UNE 83963	CONTENIDO EN SULFATOS	NULO mg/kg
UNE 83962	ACIDEZ BAUMANN-GULLY	57 ml/kg

GRADO DE AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN SEGÚN EHE: **NO AGRESIVO**

MEAÑO A 20 DE DICIEMBRE DE 2020

AUGUSTO VALIÑO RIAL
DIRECTOR DEL LABORATORIO

ANEJO 7:
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.



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.



Vista del equipo de sondeos en el punto S-1.

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 diecisiete de enero de dos mil veinte.

