



referencia: P-128229
peticionario: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORÍA, S.A.
obra: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTACIÓN DE AUTOBUSES
situación: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)
contenido: ESTUDIO GEOTÉCNICO
nº trabajo: 99 123949

**enmacosa consultoría
técnica, s.a.**

Registro de salida
Nº: 16/7985
Fecha: 23/09/2016

INDICE

1	INTRODUCCION, OBJETO Y ALCANCE	3
2	ENTORNO GEOLÓGICO.	5
3	SISMICIDAD.	9
4	TRABAJOS REALIZADOS	12
4.1	Reconocimiento superficial del terreno.	13
4.2	Sondeos a rotación.	13
4.3	Ensayos de penetración dinámica.	16
4.4	Calicatas mecánicas.	17
4.5	Ensayos de laboratorio.	17
5	CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LOS MATERIALES	19
6	COTAS DE INICIO	27
7	PRESENCIA DE AGUA	28
8	EXCAVABILIDAD, ESTABILIDAD Y SOSTENIMIENTO DE LOS MATERIALES	29
8.1	Excavabilidad	29
8.2	Estabilidad de los taludes de excavación.	29
8.3	Sostenimiento previo a la excavación.	33
9	TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	34
9.1	Consideraciones previas	34
9.2	Cálculo de la tensión admisible del terreno	34
9.3	Cálculo de asientos	36
9.4	Condiciones de cimentación. Exposición ambiental	40
10	EXPLANADA NATURAL EN EL FONDO DE EXCAVACIÓN	41

ANEJOS AL INFORME

ANEJO 1.- SITUACIÓN DE LOS PUNTOS INVESTIGADOS.

ANEJO 2.- REGISTRO Y FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS.

ANEJO 3.- REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

ANEJO 4.- REGISTRO DE LAS CALICATAS

ANEJO 5.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEJO 6.- PERFILES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICOS.

ANEJO 7.- CÁLCULO DE ASIENTOS.

ANEJO 8.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

1 INTRODUCCION, OBJETO Y ALCANCE

IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A., solicitó a Enmacosa consultoría técnica, S.A. el estudio geotécnico del terreno donde proyecta la nueva estación de autobuses de Santiago de Compostela (A Coruña).

Los terrenos investigados son propiedad de ADIF, situándose en el entorno de la estación ferroviaria central de Santiago de Compostela.

Actualmente la mayor parte de los terrenos investigados se encuentran en desuso: Vías sin tránsito, antiguos andenes, naves sin uso concreto, etc.

Cabe destacar que uno de los andenes se utiliza como paso de vehículos hacia una nave de mantenimiento de vía.

Este andén es limítrofe con vías actualmente en uso (con tráfico ferroviario diario) y presenta algunas infraestructuras soterradas (cableado diverso, saneamiento, etc). La presencia de estas infraestructuras ha condicionado la ubicación de algunos de los puntos investigados aunque este hecho no ha menoscabado de la información geotécnica recopilada para el proyecto.

En la figura presentada a continuación se muestra la ubicación de los terrenos investigados respecto a las actuales instalaciones de ADIF.



Situación de los terrenos investigados

El estudio geotécnico, presentado en este documento, pretende determinar las características geotécnicas del subsuelo, accediendo físicamente y estimando los parámetros geotécnicos medios y representativos de cada una de las unidades geotécnicas diferenciadas.

Concretamente se pretenden evaluar los siguientes aspectos:

- Caracterización y distribución de los materiales presentes en el subsuelo.
- Presencia de agua. Nivel piezométrico dentro de la parcela.
- Excavabilidad y estabilidad en excavación de los materiales descritos.
- Capacidad portante del terreno, cimentación recomendable desde el punto de vista geotécnico y estimación de asentos, si procede.
- Necesidad, o no, de cimentaciones profundas o especiales.
- Exposición ambiental según la EHE.
- Aceleración sísmica de cálculo.
- Características generales de la explanada natural esperable en el fondo de excavación.

Para ello se ha llevado a cabo un reconocimiento geológico-geotécnico partiendo de la recopilación y el análisis de la documentación existente sobre el entorno. Posteriormente, se ha realizado una campaña de investigación (sondeos a rotación, ensayos de penetración dinámica y calicatas mecánicas).

Durante la perforación se han tomado muestras representativas del material para su posterior caracterización en laboratorio.

La interpretación espacial de las observaciones y resultados obtenidos se ha llevado a cabo mediante interpolación entre datos puntuales. Dicha interpretación tiene su reflejo en el Anejo 6: Perfiles geológico – geotécnicos.

En lo que se refiere a los trabajos y publicaciones existentes, se han consultado y analizado, entre otros, los siguientes documentos:

- Hoja nº 94 (SANTIAGO) del Mapa Geológico Nacional, MAGNA, a escala 1/50.000.
- Hoja nº 7 (SANTIAGO) del Mapa Geotécnico General, a escala 1/200.000.
- Hoja nº 7 (SANTIAGO) del Mapa General de Rocas Industriales, a escala 1/200.000.

La escala de los documentos es pequeña y no excesivamente adecuada a los fines perseguidos en este estudio, aunque su análisis ha sido útil para centrar la problemática geológico-geotécnica y ha servido de base para la elaboración del capítulo 2 de este Informe.

Finalmente, se ha consultado la base de datos de Enmacosa Consultoría Técnica, S.A. de donde se ha recopilado la información suministrada por los estudios geotécnicos realizados en el entorno.

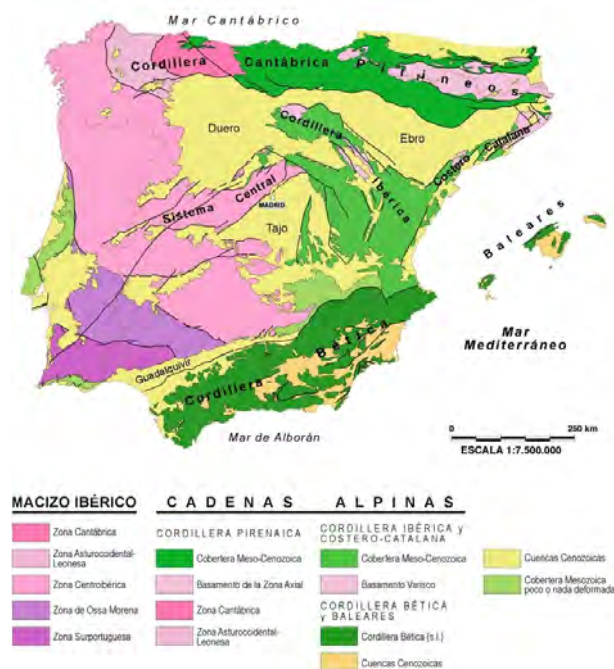
El Informe se ha estructurado de la siguiente forma:

- Una primera parte en la que se describen, en términos generales, los aspectos geológico-geotécnicos de la región en que se centra el estudio.
- Una parte intermedia en la que, tras explicitar los criterios de trabajo, se describen de forma pormenorizada las características de las distintas unidades geotécnicas establecidas.
- Una parte final en la que se detallan las respuestas que otorgarán los materiales afectados por la obra a las solicitaciones de la misma, exponiendo recomendaciones concretas sobre la cimentación recomendable desde el punto de vista geotécnico.

2 ENTORNO GEOLÓGICO.

Desde el punto de vista paleogeográfico y estructural, los terrenos investigados se localizan en la denominada Zona Centro Ibérica, definida por Julivert (1972).

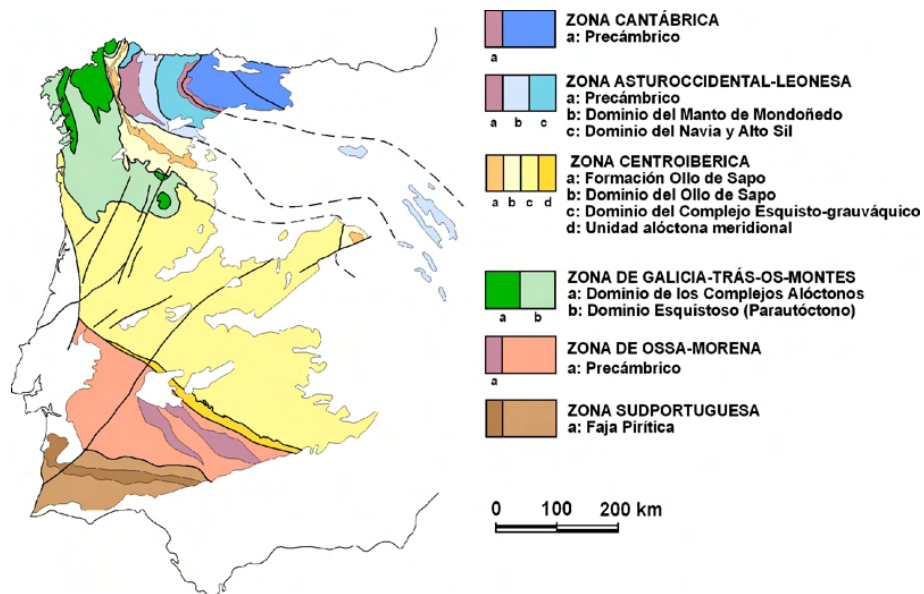
En la siguiente figura se contextualiza dicha zona respecto al resto de las grandes unidades estructurales de la península ibérica.



Compartimentación estructural de la península ibérica

Clasificaciones posteriores restringen el área denominándola “Zona de Galicia -Tras os Montes”. Dentro de ésta, los terrenos investigados se enclavan en el dominio Esquistoso (Parautóctono). Esta división coincide aproximadamente por la definida por Matte (1968) cuya denominación fue Zona V o Galicia media – Tras os Montes.

En la figura presentada a continuación se define esta división.

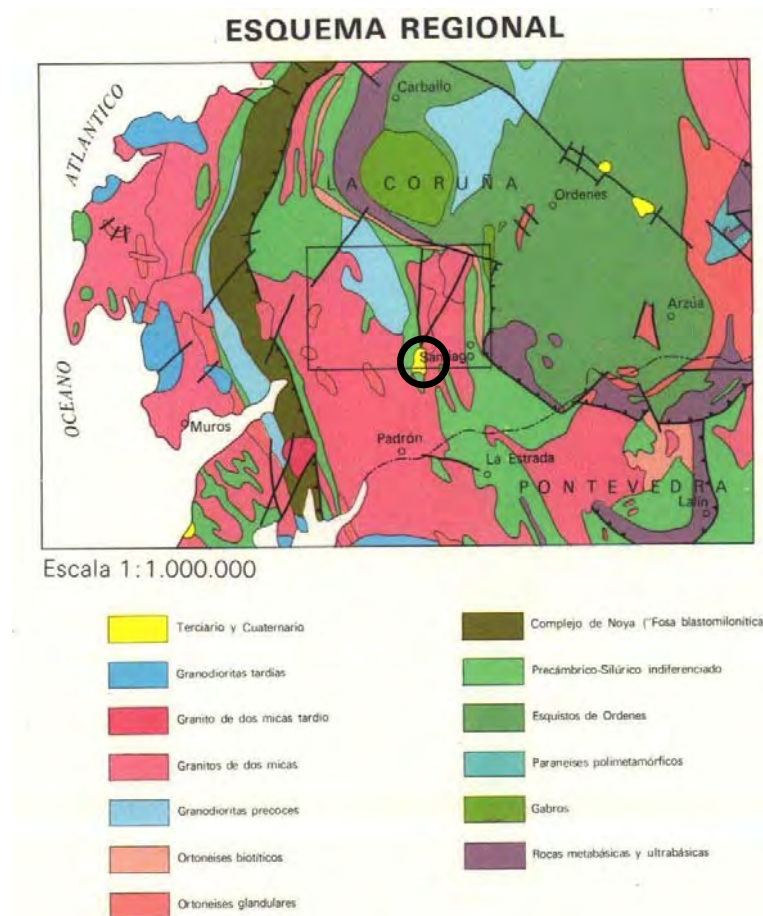


Zonificación del macizo Hespérico

A escala regional, se observa como los terrenos investigados se sitúan en el denominado borde externo del Complejo de Ordenes.

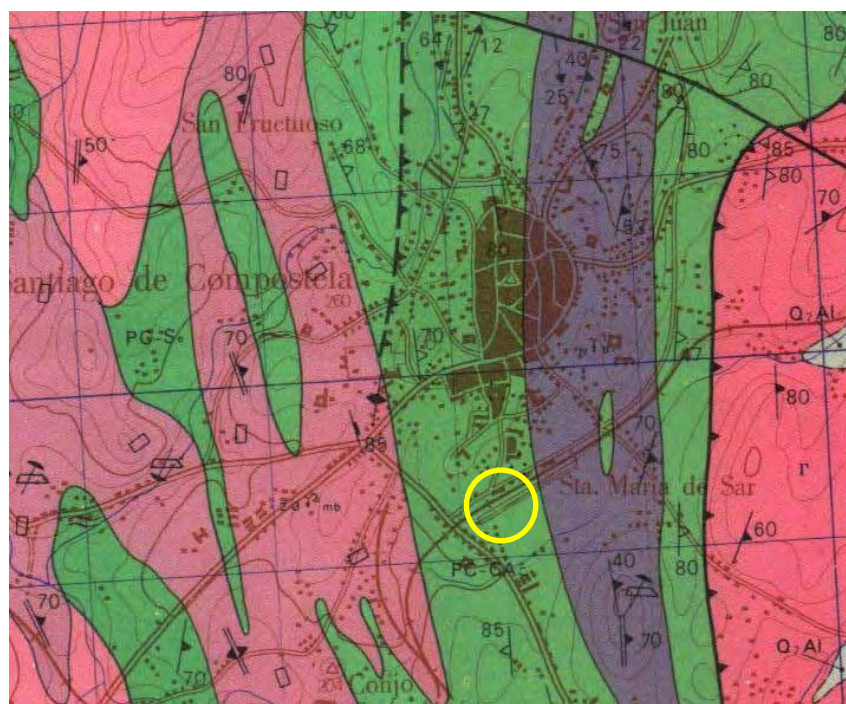
El borde externo del Complejo de Ordenes está constituido por esquistos con frecuentes niveles ricos en porfidoblastos de albita, con una intensa esquistosidad de crenulación que llega a borrar la esquistosidad de la primera fase de deformación Hercínica.

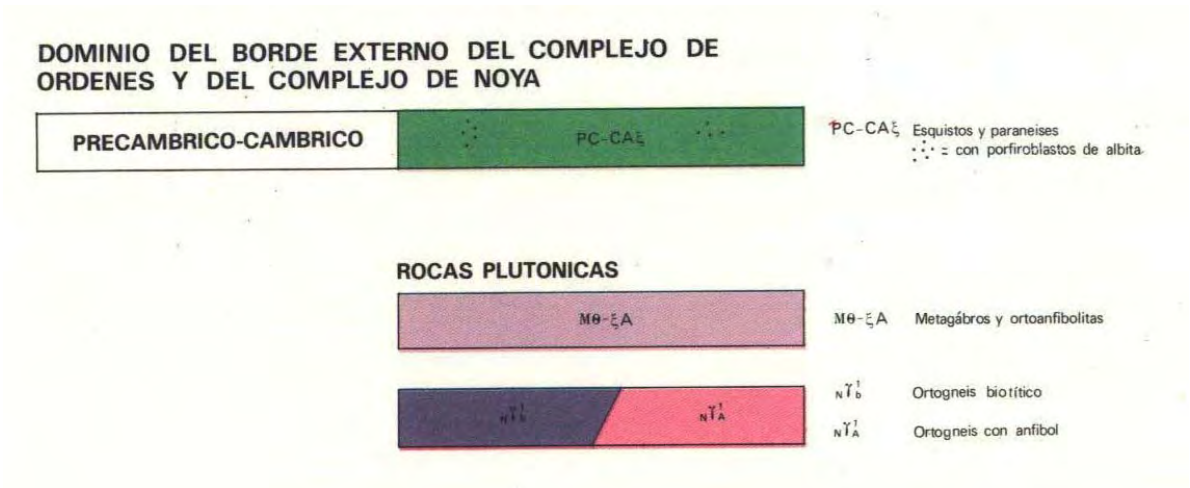
En la siguiente figura se sitúan los terrenos investigados frente a la geología regional:



Cartografía geológica a escala 1/1.000.000

En la siguiente figura se especifica su ubicación respecto a las formaciones cartografiadas a escala 1/50.000 (Cartografía MAGNA).





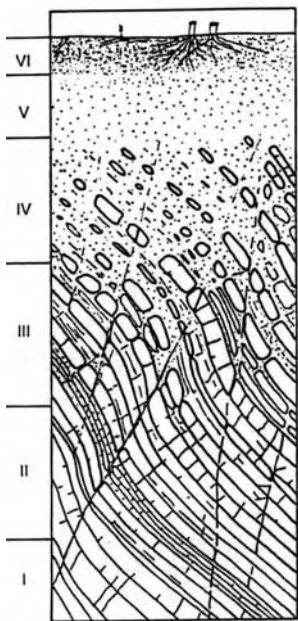
Cartografía geológica a escala 1/50.000

Un macizo rocoso como el descrito origina, por meteorización, suelos de carácter mixto. Éstos pueden variar entre arenas limosas y limos con algo de arcilla de baja plasticidad. Estos suelos son denominados localmente como “Tobres”.

Los patrones de alteración del macizo rocoso, además del estado de la fracturación, también dependen de la estructura interna de la roca.

El grado de meteorización es progresivo, numerándose entre I y VI según la definición de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas.

A continuación se presenta una figura y una tabla donde se explicitan los diferentes grados de alteración de las rocas foliadas (como es el caso):



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.

En la práctica puede considerarse que los grados de alteración VI, V y IV asemejan sus condiciones a las de un suelo mientras que en los grados de alteración III, II y I, las características geotécnicas e hidrogeológicas se asemejan a las de un macizo rocoso.

En términos generales, los suelos de alteración son semipermeables, evacuando las aguas meteóricas mediante un mecanismo mixto de escorrentía e infiltración. Pueden llegar a generar pequeños acuíferos desconectados aunque, en general, las aguas infiltradas forman flujos a favor del contacto con la unidad subyacente, en este caso el macizo rocoso poco alterado (cuyo comportamiento es inicialmente impermeable).

El apelativo de “inicialmente impermeable” se refiere a que su permeabilidad es secundaria. En estos materiales, cuando el relieve es acusado, la evacuación de aguas meteóricas se lleva a cabo por un mecanismo general de escorrentía superficial; No obstante, donde el relieve se suaviza, se produce infiltración a favor de los planos de foliación metamórfica y zonas de fractura.

En estos casos, además de favorecerse la génesis de suelos de alteración, se produce cierta infiltración hacia el interior del macizo rocoso conformando los acuíferos profundos.

Respecto a las estructuras tectónicas más relevantes, únicamente mencionar que la característica principal del macizo rocoso en el entorno investigado es la presencia de una intensa esquistosidad subvertical, de rumbo aproximado N-S y que está asociada a los cabalgamientos del borde del Complejo de Ordenes.

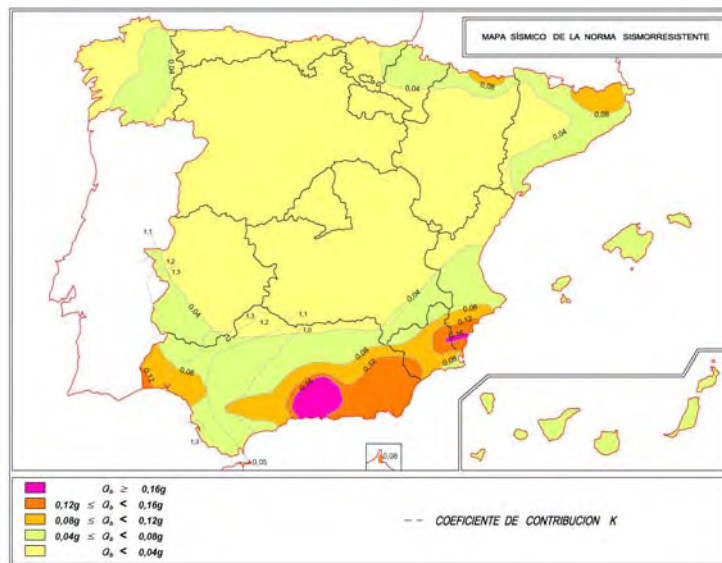
Esta disposición ha colaborado en la meteorización del macizo rocoso hasta una apreciable profundidad, como se comentará en sucesivos apartados.

3 SISMICIDAD.

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, incluye un mapa de peligrosidad sísmica de la península ibérica.

Este mapa indica la aceleración sísmica básica en cada punto del territorio nacional expresada en función de la aceleración la gravedad.

A continuación se presenta una copia de este mapa:



Mapa de peligrosidad sísmica de la península Ibérica.

En el Mapa de Peligrosidad Sísmica, el municipio de Santiago de Compostela presenta una aceleración sísmica básica inferior a 0,04g.

Según los criterios de aplicación de la norma, ésta no es de aplicación obligatoria en los siguientes casos:

- Construcciones de importancia moderada.
- Construcciones de importancia normal o especial en aquellos municipios en los que la aceleración básica 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 (art. 2.1) sea inferior a 0,08 g.

Dado que el proyecto se localiza en un ayuntamiento cuya aceleración sísmica básica es inferior a 0.04 g, la Norma NCSE-02 no sería de obligado cumplimiento; No obstante, se ha estimado la aceleración sísmica de cálculo partiendo de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas.

La aceleración sísmica de cálculo puede establecerse a partir de la siguiente expresión:

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

Donde:

- a_b : Aceleración sísmica básica.

- 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:
 - Para $\rho \cdot a_b \leq 0.1g$
$$S = \frac{C}{1.25}$$
 - Para $0.1g \leq \rho \cdot a_b \leq 0.4g$
$$S = \frac{C}{1.25} + 3.33 \cdot \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0.1 \right) \cdot \left(1 - \frac{C}{1.25} \right)$$
 - Para $\rho \cdot a_b \geq 0.4g$
$$S = 1.00$$

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

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1.0
II	1.3
III	1.6
IV	2.0

- 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, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400$ 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, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200$ 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 de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i , en una profundidad de 30 metros, mediante la expresión:

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

A efectos del cumplimiento de la Norma de construcción, en nuestro caso, basándonos en los ensayos realizados, así como en los datos de geología regional, se consideran los espesores indicados en el cuadro:

Tipo de terreno	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Espesor e_i	20 m	10 m	--	--

Se obtiene de esta manera el siguiente valor de C:

$$C = 1.10$$

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:

$$a_c = 0.04576$$

4 TRABAJOS REALIZADOS

Se han analizado los diversos aspectos necesarios para la correcta caracterización de los materiales presentes en la zona de actuación, así como aspectos geotécnicos concretos: Excavabilidad, resistencia del terreno, estabilidad en excavación, permeabilidad...

Tras un análisis inicial de gabinete, donde se recopiló toda la información de índole geotécnica existente, el estudio se ha desarrollado fundamentalmente en la parcela.

Se han realizado labores de reconocimiento, interpolación y correlación lateral de datos. Como complemento, se ha puesto en práctica una campaña de sondeos a rotación y ensayos "in situ", seguida de los correspondientes Ensayos de Laboratorio.

Por otro lado, se han efectuado ensayos de penetración dinámica, con el fin de obtener un perfil continuo de compacidad y completar la exploración de la superficie a edificar.

Finalmente se han excavado calcatas mecánicas, mediante pala mixta convencional, con el fin de obtener muestras de gran volumen y realizar observaciones sobre la estabilidad de las paredes de la excavación.

A continuación se describen los trabajos de reconocimiento y ensayos realizados:

4.1 Reconocimiento superficial del terreno.

Uno de los primeros trabajos a realizar, en cualquier estudio geotécnico, se basa en la inspección y referenciación de todas las observaciones realizadas que puedan afectar a la obra proyectada. Concretamente se pretende planificar los ensayos posteriores, descartando zonas con problemas de accesibilidad, daños a terceros, etc.

Durante esta fase del trabajo se recopila toda la información posible, tanto documentación escrita: investigaciones previas, estudios geotécnicos realizados en el entorno... como información proporcionada por personas que de algún modo conozcan el subsuelo: testigos de obras cercanas, etc.

Sobre el terreno se localizaron las arquetas de las canalizaciones soterradas (cableado, saneamiento...) posicionando los puntos a investigar evitando dichas canalizaciones.

4.2 Sondeos a rotación.

Con objeto de reconocer la naturaleza de los terrenos en profundidad y tomar muestras para su análisis en laboratorio, se perforaron 8 sondeos a rotación, hasta una profundidad máxima de 10.20 metros.

Los sondeos fueron perforados mediante una sonda ROLATEC RL 48, autopropulsadas sobre orugas de goma.

La profundidad alcanzada por cada sondeo, respecto a su cota de inicio, fue la siguiente:

Sondeo	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Profundidad (m)	14.02	14.12	16.46	13.59	12.85	13.10	13.90	13.20

La perforación se ha efectuado a rotación con extracción continua de testigo. El diámetro de perforación ha sido variable entre 101 y 86 mm con tomamuestras tipo B y T, intentando alcanzar el 100% de recuperación de testigo.

Los testigos se han conservado en cajas para su posterior almacenamiento en el laboratorio.

Se han tomado muestras inalteradas, por hincas, con toma muestras normalizado capaz de acoger en su interior una tubería de PVC de 75 mm de diámetro. En los casos en los que no se ha podido tomar una muestra inalterada, bien por la elevada compacidad de los suelos o bien porque se trataba de terrenos rocosos, se han parafinado / plastificado testigos representativos con el fin de protegerlos de golpes y evitar la pérdida de humedad.

Cuando la perforación se ha llevado a cabo en suelos, se han efectuado, sistemáticamente, ensayos de penetración estándar (SPT). Este ensayo consiste en la hincas a percusión de una cuchara bipartida de 51 mm de diámetro exterior gracias a la energía proporcionada por una maza de 63.5 Kg que cae desde una altura de 75 cm.

El número de golpes necesario para que la cuchara penetre 30 cm en el terreno proporciona un valor a partir del que se pueden establecer multitud de correlaciones en terrenos arenosos.

El ensayo se concluye cuando son necesarios más de 50 golpes para que la cuchara penetre 15 cm en el terreno; momento en el que se considera “rechazo” por parte del terreno.

Durante la campaña de perforación se tomaron muestras inalteradas y se realizaron ensayos de penetración estándar (SPT).

En la siguiente tabla se recoge la profundidad de cada muestra y ensayo SPT, así como los golpes obtenidos durante el muestreo.

Sondeo	Ensayo	Prof. (m)	Golpeo	Nspt
S1	SPT-1	1.50-2.10	4-5-8-10	13
	MI-1	4.20-4.80	19-22-31-40	-
	SPT-2	4.80-5.40	10-13-18-22	31
	SPT-3	7.50-8.10	21-31-45-50	>50
	SPT-4	12.90-12.93	50R	R
	SPT-5	14.00-14.02	50R	R
S2	MI-1	1.80-2.40	28-28-26-33	-
	SPT-1	2.40-3.00	16-21-28-32	49
	SPT-2	5.00-5.60	15-15-18-21	33
	SPT-3	7.50-8.10	19-21-24-26	45

	SPT-4	11.00-11.55	22-29-39-50R	>50
	SPT-5	14.00-14.12	50R	R
S3	SPT-1	2.00-2.60	6-6-7-7	13
	MI-1	3.00-3.60	14-21-40-46	-
	SPT-2	4.60-5.20	12-16-19-22	35
	SPT-3	7.50-8.10	13-25-31-39	>50
	SPT-4	10.50-10.78	27-50R	R
	SPT-5	13.90-14.28	20-39-50R	R
	SPT-6	16.40-16.46	50R	R
S4	SPT-1	1.50-2.10	3-3-3-2	6
	MI-1	4.50-5.10	6-7-4-6	-
	SPT-2	5.10-5.70	5-8-12-16	20
	MI-2	7.40-7.76	27-41-50R	-
	SPT-3	7.76-8.10	31-50R	R
	SPT-4	10.20-10.42	25-50R	R
	SPT-5	13.50-13.59	50R	R
S5	SPT-1	4.60-5.20	12-15-21-26	36
	MI-1	7.10-7.62	26-38-50-50R	-
	SPT-2	7.62-8.22	16-27-41-49	>50
	SPT-3	10.40-10.82	16-37-50R	R
	SPT-4	12.30-12.85	19-25-39-50R	>50
S6	SPT-1	4.30-4.90	1-1-2-2	3
	MI-1	7.00-7.60	26-35-39-44	-
	SPT-2	7.60-8.20	12-14-16-18	30
	SPT-3	10.40-11.00	16-21-27-40	48
	SPT-4	12.70-13.30	16-22-31-40	>50
S7	SPT-1	1.50-2.10	3-2-3-5	5
	MI-1	4.70-5.30	18-26-28-42	-
	SPT-2	5.30-5.90	12-18-22-28	40

	SPT-3	8.00-8.60	16-25-32-41	>50
	SPT-4	11.00-11.60	18-20-28-37	48
	SPT-5	13.50-13.90	21-41-50R	R
S8	SPT-1	4.70-5.30	11-15-19-22	34
	MI-1	7.00-7.60	17-29-35-44	-
	SPT-2	7.60-8.20	12-17-23-29	40
	SPT-3	10.00-10.60	12-18-21-24	39
	SPT-4	12.60-13.20	15-19-26-31	45

En el anejo 2 se presentan los registros de la testificación de los sondeos con una descripción detallada de las litologías, muestreos recuperaciones, etc...

4.3 Ensayos de penetración dinámica.

Con el fin de reconocer completar la investigación mediante sondeos y obtener un registro continuo de la compacidad del terreno, se realizaron 9 ensayos de penetración dinámica (DPSH). Los ensayos se han efectuado mediante un penetrómetro dinámico ROLATEC ML 46 L.

El ensayo consiste en la hincada de una puntaza cilíndrica terminada en forma cónica con un vértice de sección a 90°. La hincada se realiza mediante golpeo ejecutado por una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 76 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.

Los resultados se registran anotando del número de golpes necesario para que la puntaza penetre 20 cm en el terreno (N_{DPSH}). Esto está relacionado con la resistencia a la penetración en punta y, por tanto, con la compacidad del terreno.

El ensayo concluye cuando se da 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.

Los resultados obtenidos se expresan construyendo un gráfico en el que se reflejan en ordenadas crecientes hacia abajo, la profundidad de investigación y en abscisas crecientes hacia la derecha, los golpes por cada tramo de 20 cm de penetración.

A continuación se presenta una tabla que recoge la profundidad alcanzada en cada ensayo de penetración dinámica respecto a su cota de inicio.

Penetrómetro	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Profundidad (m)	12.80	5.20	12.20	4.80	10.20	12.20	6.60	11.60	8.20

En el anejo 3 se presentan los registros de los ensayos de penetración dinámica.

4.4 Calicatas mecánicas.

Se excavaron 5 calicatas mecánicas con excavadora mixta convencional (JCB 3CX). Las calicatas mecánicas han permitido aproximar la excavabilidad superficial de los materiales descritos, comprobar la estabilidad de las paredes en excavación y obtener muestras de gran volumen para ensayos de laboratorio.

La profundidad alcanzada por cada una de las calicatas excavadas fue la siguiente:

Calicata	C1	C2	C3	C4	C5
Profundidad (m)	3.80	4.00	3.20	3.70	4.00

Los registros de las calicatas pueden consultarse en el anejo 5 de este informe.

4.5 Ensayos de laboratorio.

Tras la campaña de investigación se realizaron una serie de ensayos de laboratorio encaminados a caracterizar el terreno, comprobar su estado y su resistencia. Concretamente se realizaron los siguientes ensayos:

- 6 Ud. Granulometría por tamizado (UNE 103 101 95).
- 6 Ud. Límites de Atterberg (UNE 103 103 y 103 104).
- 5 Ud. Densidad natural y seca (UNE 103 301).

- 3 Ud. Humedad natural de un suelo (UNE 103 300).
- 4 Ud. Ensayo de corte directo (UNE 103 401).
- 1 Ud. Ensayos de resistencia a carga puntual (UNE 22950-5).
- 5 Ud. Agresividad del suelo al hormigón según EHE.
- 3 Ud. Agresividad del agua al hormigón según EHE.
- 3 Ud. Determinación del contenido en sales solubles de un suelo (NLT 114).
- 3 Ud. Determinación del contenido en materia orgánica de un suelo (UNE 103 204).

La distribución de ensayos se especifica en la siguiente tabla:

Muestra	S1 / MI-1	S1 / TR-1	S2/MI-1	S3/SPT-3	S3 AGUA	S4 AGUA	S5/MI-1	S6/MI-1	S7/MI-1	S8 AGUA
Profundidad	4.20-4.80		1.80-2.40	7.50-8.10			7.10-7.62	7.00-7.60	4.70-5.30	
Identificación y estado										
Granulometría	X		X	X			X	X	X	
Límites de Atterberg	X		X	X			X	X	X	
Densidad natural y seca	X		X				X	X	X	
Humedad natural	X		X					X		
Resistencia										
Corte directo	X		X				X	X		
Resistencia a carga puntual		X								
Químicos										
Agresividad al hormigón	X		X	X	X	X	X	X		X
Contenido en sales solubles				X				X	X	
Contenido materia orgánica				X				X	X	

Los resultados de los ensayos de laboratorio pueden consultarse en el anejo 5 de este informe.

5 CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LOS MATERIALES

Los terrenos investigados se localizan sobre Esquistos y Paraneises pertenecientes al dominio externo del Complejo de Ordenes.

Estos materiales proceden del metamorfismo de series pelíticas y grauvaquicas, con cierta blástesis mineral (albita principalmente). Granulométricamente se pueden clasificar como esquistos y areniscas.

Anteriormente se ha comentado que el macizo rocoso en esta zona se encuentra muy fracturado y tectonizado. En la ubicación concreta del proyecto, además, se encuentra meteorizado hasta una notable profundidad.

Sobre los suelos residuales, procedentes de la completa alteración de los esquistos y paraneises a condición de suelo, se han detectado rellenos antrópicos: Terraplén, Todo uno...etc.

Partiendo de las investigaciones realizadas, y considerando la aplicación práctica para el proyecto, se han diferenciado 4 unidades geotécnicas: Relleno superficial, Relleno-Terraplén, Suelos de alteración y Roca muy alterada.

A continuación se describe cada una de las unidades geotécnicas diferenciadas:

Unidad 1

Relleno superficial. Bajo esta denominación se han agrupado los materiales de origen antrópico se sitúan por encima de los terraplenes de nivelación localizados en el límite meridional de la parcela.

Se han agrupado dichos materiales por su carácter heterogéneo, tanto en distribución como en espesor. Incluye el balasto ferroviario, carbonilla, escorias ferroviarias, soleras, zahorra, restos de materiales de construcción y, localmente, material de tipo pedraplén.

El espesor de este tipo de relleno es reducido, y no está presente en toda la superficie de la parcela, siendo más abundante hacia el talud que limita la parcela por el sur.

El espesor habitual de este tipo de relleno es inferior a un metro alcanzando localmente los dos metros de espesor (entorno de las calicatas C2 y C3).

Dada la heterogeneidad de este tipo de materiales no resulta factible atribuir unos parámetros geotécnicos representativos.

Unidad 2

Relleno - Terraplén: Esta unidad describe los materiales de origen antropogénico que conforman los rellenos de nivelación y el terreplén que limita los terrenos investigados por el sur.

Se encuentra constituido por materiales procedentes del entorno: Suelos de alteración de esquistos o Neises con algunos fragmentos o lajas de esquisto menos alterado.

En general se han descrito como arenas limosas con algo de grava angulosa o lajosa. Presenta colores pardos, marronaceos y, localmente, anaranjados.

Los fragmentos de esquisto que puede contener son de resistencia débil, siendo posible fragmentarlos con la mano en la mayor parte de los casos.

El espesor es muy variable, desde prácticamente inexistente a más de cuatro metros.

No se han realizado ensayos específicos sobre materiales procedentes de esta unidad, No obstante, dado que se trata de materiales procedentes del entorno, granulométricamente considerados como arenas limosas y débilmente compactados (compacidad "Muy suelta"), se han estimado los siguientes parámetros geotécnicos para los materiales de esta unidad:

- Cohesión (C'): 0.00-0.05 Kp/cm²
- Angulo de rozamiento interno (ϕ): 28-30°
- Densidad natural: 1.60-1.75 g/cm³

Unidad 3

Suelos de alteración: Esta denominación agrupa el macizo rocoso esquistoso y néisico, completamente alterado a condición de suelo, o que puede presentar algunas zonas menos alteradas. La condición límite es que más del 50% del volumen de terreno se encuentra alterado a "suelo".

Se han agrupado ambos grados de alteración puesto que, a efectos prácticos, su comportamiento se asemeja al de un suelo geotécnico, dado que los fragmentos o lajas de esquisto que se han recuperado en las investigaciones son de resistencia débil o muy débil.

En general se ha descrito como arena fina limosas con intercalaciones de limo arenoso. Presenta tonos pardos, marronaceos, anaranjados, etc. y su compacidad aumenta gradualmente en profundidad hasta Densa o Muy densa.

La mayor o menor cantidad de limo, depende del tipo de roca original. Los suelos procedentes de paraneises con albita suelen originar los términos más arenosos, mientras que los suelos procedentes de los esquistos suelen ser limosos.

En general, estos suelos carecen de plasticidad o presentan una plasticidad muy baja.

Se han ensayado varias muestras procedentes de esta unidad. Los resultados obtenidos se muestran a continuación de forma resumida, aunque pueden consultarse las actas de laboratorio en el anejo 5 de este informe.

Muestra	Granulometría (% pasa)				Plasticidad		Corte directo		Densidad g/cm ³		Clasificación	Agresividad (EHE)
	5	2	0.4	0.08	L.L.	L.P.	ϕ'	c' (Kg/cm ²)	Natural	Seca	USCS	
S1 (4.20-4.80)	97	83	54	32.3	NO PLAST.		38.3	0.23	1.98	1.67	SM	DÉBIL
S2 (1.80-2.40)	93	83	49	29.4	27.8	NO	43.4	0.07	2.26	2.03	SM	NO AGRESIVO
S3 (7.50-8.10)	95	92	75	50	36.4	24.1	-	-	-	-	CL	NO AGRESIVO
S5 (7.10-7.62)	79	68	44	26.9	35.0	25.7	35.4	0.36	2.19	1.98	SM	NO AGRESIVO
S6 (7.00-7.60)	99	96	59	31.6	33.6	26.7	50.6	1.16	2.01	1.88	SM	NO AGRESIVO
S7 (4.70-5.30)	98	94	63	26.7	31.5	21.6	-	-	2.00	1.73	SC	-

Los resultados obtenidos muestran que esta unidad se encuentra constituida mayoritariamente por arena limosa que, en algunas zonas, puede ser arcillosa. La resistencia al corte es, en general, alta si bien debe tenerse en cuenta que la sombra de la esquistosidad puede provocar un aumento ficticio en el ensayo de corte directo, dado que la esquistosidad es subvertical y el corte es horizontal.

La resistencia obtenida, en cualquier caso, es pareja en los ensayos realizados salvo en la muestra procedente del sondeo S6. Tomando la media de los demás valores, se recomienda considerar los siguientes parámetros geotécnicos para los cálculos de estabilidad:

- Cohesión (C'): 0.22 Kp/cm²
- Angulo de rozamiento interno (ϕ'): 39°
- Densidad natural: 2.10 g/cm³

La cohesión recomendada es la media de las obtenidas en los ensayos de corte directo (salvo el valor más alto, obtenido en la muestra del sondeo S6).

Se ha optado por tomar el valor medio por considerarlo más cercano a la realidad del terreno, dado que el valor más restrictivo resulta excesivamente conservador a tenor de las observaciones directas realizadas tanto en las paredes de excavación de las calicatas como en los testigos de los sondeos.

Unidad 4

Roca muy alterada: Bajo esta denominación se describe el macizo geológico local alterado, pero cuyo comportamiento puede considerarse rocoso.

Se trata de esquistos y neises alterados en grado III. Pueden presentar zonas arenitizadas pero su comportamiento se asemeja más al de una roca que al de un suelo.

Se ha detectado únicamente en el sondeo S1, a partir de 10.20 metros de profundidad. Se encuentra muy fracturado y su esquistosidad es subvertical.

La resistencia es, en general, débil y el color marrón grisáceo.

Sobre una muestra procedente de esta unidad se ha realizado un ensayo de resistencia a carga puntual, ya que no se ha podido conseguir un testigo de tamaño adecuado para ensayos de resistencia a compresión simple.

El resultado obtenido se muestra a continuación (media de los resultados):

Muestra	Is (N/mm ²) (*)	Is (N/mm ²) (**)	RCS equivalente (Kg/cm ²)
S1(10.20-10.80)	0.88	0.16	36.8-202.4

(*) Rotura perpendicular a la esquistosidad

(**) Rotura paralela a la esquistosidad

Como puede observarse, el índice de anisotropía es muy alto. Esta característica es propia de los macizos rocosos foliados.

En macizos rocosos alterados o fracturados pueden estimarse los parámetros de corte y deformación a partir de correlaciones empíricas desarrolladas en las últimas décadas.

Para este proyecto se empleará la metodología desarrollada por Hoek y Brown para la estimación de parámetros de corte en este tipo de macizos rocosos.

Hoek y Brown (1980) propusieron un método para obtener una estimación de la resistencia de macizos rocosos fracturados, basada en una evaluación del comportamiento de bloques de roca interconectados junto con las condiciones impuestas por las superficies de contacto entre ellos. La resistencia de un macizo rocoso depende, pues, de las propiedades de los bloques de roca intacta y del grado de libertad de esos bloques para deslizarse o rotar bajo diferentes estados tensionales. Este grado de libertad está determinado por la forma geométrica de los bloques de roca intacta y por las condiciones impuestas por las superficies de discontinuidad entre bloques.

Este método ha sido revisado durante años para satisfacer las necesidades que surgían ante el empleo de este criterio en problemas para los cuales no estaba concebido el desarrollo original del criterio. La aplicación de este método a macizos rocosos de calidad muy mala, requirió más cambios, llegándose a crear una nueva clasificación geomecánica, para tal objeto, denominada "Geological Strength Index" (GSI).

El Índice de Resistencia Geológica (GSI), introducido por Hoek, Kaiser y Bawden (1.995), proporciona un sistema para estimar la reducción de resistencia que experimenta el macizo rocoso según se hacen más deficientes sus condiciones geológicas.

Se trata de un sistema de clasificación intrínseco o "puro". La intención de los creadores del GSI fue introducir un índice que representara de forma adecuada las características intrínsecas del macizo rocoso. Por tanto, el resto de parámetros incluidos en las clasificaciones geomecánicas anteriores (por ejemplo, la orientación de las discontinuidades o las características hidrogeológicas) fueron omitidos en el esquema seguido para el GSI.

El valor del GSI puede obtenerse a partir del reconocimiento de la estructura del macizo rocoso y de las condiciones de las superficies de discontinuidad, de acuerdo con la figura siguiente:

INDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA DE ROCAS DIACLASADAS (HOEK Y MARINOS, 2000)		ESTADO SUPERFICIAL				
A PARTIR DE LA LITOLOGÍA, ESTRUCTURA Y ESTADO SUPERFICIAL DE LAS DISCONTINUIDADES, ESTIMAR EL VALOR MEDIO DE GSI. NO INTENTAR SER DEMASIADO PRECISO. ESCOGER UN RANGO DESDE 33 A 37 ES MÁS REALISTA QUE FIJAR UN GSI = 35. OBSÉRVESE QUE LA TABLA NO ES APLICABLE A ROTURAS CONTROLADAS ESTRUCTURALMENTE CUANDO ESTÁN PRESENTES PLANOS ESTRUCTURALES DE DEBILIDAD CON UNA ORIENTACIÓN FAVORABLE RESPECTO AL FRENTE DE EXCAVACIÓN, ESTOS GOBERNARÁN EL COMPORTAMIENTO DEL MACIZO ROCOSO. LA RESISTENCIA AL CORTE DE SUPERFICIES EN ROCAS QUE SON PROPENSAS AL DETERIORO COMO RESULTADO DE LOS CAMBIOS EN EL CONTENIDO EN HUMEDAD SE REDUCIRÁ SI ESTÁ PRESENTE EL AGUA. CUANDO SE TRABAJA EN ROCAS CON CATEGORÍAS MEDIAS A MUY MALAS, SE SALTARÁ UNA CASILLA HACIA LA DERECHA EN CONDICIONES HÚMEDAS. LA PRESIÓN DEL AGUA ES TENIDA EN CUENTA CON EL ANÁLISIS DE TENSIONES EFECTIVAS.						
ESTRUCTURA		CALIDAD DE SUPERFICIE DECRECIENTE				
 INTACTA O MASIVA - ROCAS INTACTAS O MASIVAS IN SITU CON POCAS DISCONTINUIDADES ESPACIADAS AMPLIAMENTE.	TRABADO DE LOS BLOQUES DE ROCA DECRECIENTE					
		90				N/A
		80				N/A
			70			
			60			
			50			
 MUY FRACTURADA - MACIZO ROCOSO PARCIALMENTE PERTURBADO CONSISTENTE DE BLOQUES ANGULARES UNIDOS ENTRE SÍ, FORMADOS POR CUATRO O MÁS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES.	TRABADO DE LOS BLOQUES DE ROCA DECRECIENTE		40			
			30			
 FRACTURADA/PERTURBADA - MACIZO ROCOSO PLEGADO Y/O FALLADO CON BLOQUES ANGULARES FORMADOS POR LA INTERSECCIÓN DE VARIOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDAD. PERSISTENCIA DE LOS PLANOS DE ESTRATIFICACIÓN O ESQUISTOSIDAD.	TRABADO DE LOS BLOQUES DE ROCA DECRECIENTE			20		
				10		
 FOLIADA/LAMINADA - MACIZO ROCOSO FOLIADO, PLEGADO CIZALLADO TECTÓNICAMENTE. CARENTE DE BLOQUES DEBIDO AL ESTRECHO ESPACIAMIENTO DE LA ESQUISTOSIDAD O PLANOS DE CIZALLA.		N/A	N/A			

Obtención del parámetro GSI.

El criterio de rotura generalizado de Hoek y Brown se define mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_{ci} \left[m \cdot \frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s \right]^a$$

donde:

- σ'_1 y σ'_3 : tensiones efectivas máxima y mínima en la rotura.
- m: constante de Hoek y Brown que depende del tipo y de las características del macizo rocoso. Controla la curvatura entre las tensiones principales de rotura. ($m = m_i \rightarrow$ para roca intacta; $m = m_b \rightarrow$ para macizo rocoso).
- s: constante que depende de las características del macizo rocoso. (Regula la localización de la curva (σ'_1 ; σ'_3)).
- a: constante que dependen de las características del macizo rocoso.
- σ_{ci} : resistencia a compresión simple de los bloques de roca intacta.

Los parámetros de partida para poder emplear el criterio de Hoek y Brown son los siguientes:

- Índice de Resistencia Geológica (GSI).
- Resistencia a la compresión simple de la roca intacta (σ_{ci}).
- Constante de Hoek y Brown correspondiente a la roca intacta (m_i).

El resto de parámetros se obtienen de la siguiente forma:

- Constante “m” para macizo rocoso:

$$m_b = m_i \cdot e^{\frac{GSI-100}{28-14D}}$$

- Constante “s” para roca intacta:

$$s = 1$$

- Constante “s” para macizo rocoso:

$$s = e^{\frac{GSI-100}{9-3D}}$$

- Constante “a”:

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left(e^{\frac{GSI}{15}} - e^{\frac{20}{3}} \right)$$

- “D”: Factor que depende principalmente del grado de alteración al que ha sido sometido el macizo rocoso por los efectos de las voladuras o por la relajación de las tensiones. Varía desde 0 para macizos rocosos “in situ” inalterados, hasta 1 para macizos rocosos muy alterados.

A partir de este criterio de rotura se pueden obtener los siguientes valores representativos de la resistencia del macizo rocoso:

- Resistencia a la compresión simple del macizo rocoso:

$$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} \cdot s^a$$

- Resistencia a la tracción (biaxial) del macizo rocoso:

$$\sigma_{tm} = - \frac{s \cdot \sigma_{ci}}{m_b}$$

- Resistencia a la tracción (uniaxial) del macizo rocoso:

$$\sigma_{tm} = \sigma_3 // \sigma_1 = 0$$

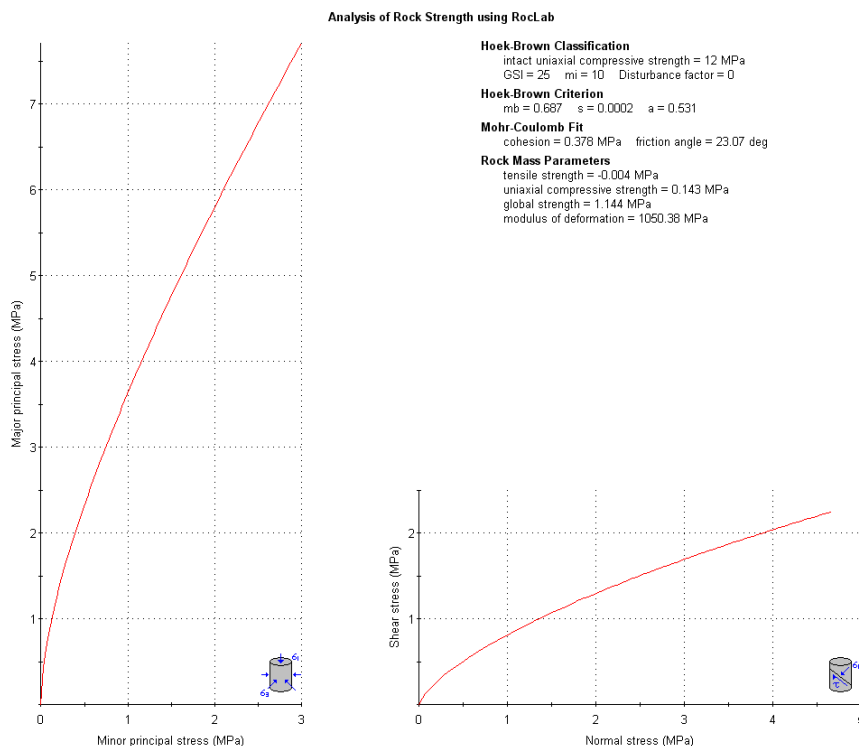
Partiendo de los ensayos de laboratorio y las testificaciones, se han establecido los siguientes parámetros de cálculo a utilizar en el mencionado modelo:

- RCS matriz rocosa= 120 Kp/cm² (media de los valores obtenidos).
- GSI= 25
- mi= 10

A partir de los parámetros utilizados se han obtenido los siguientes coeficientes.

- mb= 0.687
- s= 0.0002
- a= 0.531

Partiendo de estos resultados, se ha obtenido la siguiente envolvente de corte para el macizo rocoso.



Envolvente de rotura para el Granito alterado en grado III-II

Los parámetros de corte calculados serían los siguientes:

- Ángulo de rozamiento interno: $\phi' = 23.7^\circ$
- Cohesión: $c' = 3.7 \text{ Kp/cm}^2$

Por otro lado, Hoek y Diederichs proponen, también, una ecuación aproximada para emplear sólo en el caso de no poseer datos de deformación de la roca intacta:

$$E \text{ [MPa]} = 100.000 \cdot \left(\frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\left(\frac{75 + 25 \cdot D - GSI}{11} \right)}} \right)$$

Partiendo de la expresión anterior se llega al siguiente nódulo de deformación aproximado para el macizo rocoso:

- Módulo de deformación: $E = 1050 \text{ MPa}$.

6 COTAS DE INICIO

Las cotas de inicio de cada uno de los puntos estudiados se ha establecido sobre la base de la topografía suministrada por el proyectista.

La tabla, presentada a continuación, presenta la cota de inicio de cada uno de los puntos reseñados:

Penetrómetro	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Cota inicio	219.70	219.70	219.70	219.70	219.60	218.75	219.50	219.50	219.50
Sondeos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
Cota inicio	219.70	219.70	219.70	219.70	219.70	219.70	219.50	219.70	
Calicatas	C1	C2	C3	C4	C5				
Cota inicio	219.50	219.60	219.50	219.50	219.50				

7 PRESENCIA DE AGUA

Se ha detectado presencia de agua en las perforaciones de las investigaciones realizadas. Tres de las perforaciones de los sondeos fueron equipadas con tubería piezométrica para el control de la evolución del nivel freático a lo largo del tiempo.

El resultado del seguimiento durante los trabajos de investigación se presenta en la siguiente tabla.

Fecha	Profundidad en metros.							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
28/07/2016	6.00	7.50	9.00					
01/08/2016	6.10	5.10	11.75	2.80				
02/08/2016	6.20	5.00	11.85	3.10	5.70		5.80	10.60
03/08/2016	6.15	5.00	11.95	4.55	5.80	10.70	5.75	8.20
04/08/2016	6.20	5.00	11.90	3.00	6.00	10.50	5.80	8.40

Los resultados obtenidos en el seguimiento son muy dispares, especialmente considerando que la cota de inicio de los puntos investigados es muy similar. Se observa una tendencia a que el nivel piezométrico sea más profundo de Oeste a Este del ámbito investigado.

Esta tendencia es de difícil explicación aunque puede estar relacionada con fugas de importancia en colectores saneamiento.

Cabe destacar que la oscilación del nivel piezométrico observado en la perforación del sondeo S4 parece estar relacionada con algún tipo de descarga en algún antiguo colector o canalización cercana puesto que se aprecia un claro olor a aguas fecales en las muestra de agua tomada en dicho punto. Dicho olor fue también apreciado durante la perforación. Cabe destacar igualmente las variaciones del nivel medido en este sondeo a lo largo del tiempo.

Por otro lado, en el sondeo S4 se detectó un notable espesor de rellenos de nivelación (Relleno – Terraplén cubriendo lo que debió ser una gran excavación, vaguada natural o similares. Esta anomalía está refrendada por la baja compacidad del terreno detectada con los ensayos de penetración dinámica P1, P4 y P5 que ponen de manifiesto la existencia de un gran espesor de rellenos.

Estos rellenos de tipo terraplén parecen nivela la ladera natural del terreno, como parece deducirse de la topografía suministrada por el proyectista. En este sentido, parece que las aguas freáticas detectadas en este entorno estuvieran asociadas a los rellenos antropicos y a colectores deteriorados o abandonados.

Finalmente comentar que se han realizado tres ensayos de agresividad del agua al hormigón, obteniéndose los siguientes resultados:

Muestra	Agresividad (EHE)
S3	NO AGRESIVA
S4	NO AGRESIVA
S8	NO AGRESIVA

8 EXCAVABILIDAD, ESTABILIDAD Y SOSTENIMIENTO DE LOS MATERIALES

8.1 Excavabilidad

Las unidades geotécnicas descritas son fácilmente excavables mediante métodos convencionales. Solamente en el caso de la unidad geotécnica 4 (Roca alterada) podría ser necesario el uso puntual de martillo percutor.

En cualquier caso, no se espera que las excavaciones alcancen a afectar a dicha unidad.

8.2 Estabilidad de los taludes de excavación.

Las paredes de las calicatas de investigación se han mantenido estables, habiéndose alcanzado una profundidad de entorno a 4 metros y siendo éstas verticales.

Las paredes de las perforaciones de los sondeos también han permanecido estables por encima del nivel piezométrico. En este sentido, entendemos que por encima de dicho nivel no deberían existir problemas de estabilidad.

No obstante, la excavación necesaria para acoger la estructura proyectada será de entorno a 7 metros, limitando con vías que actualmente se encuentran en uso, por lo que se ha realizado un cálculo de estabilidad de talud.

El cálculo de estabilidad se ha llevado a cabo de forma determinística, definiendo dicha estabilidad sobre la base de un valor numérico.

Según este sistema, se atribuyen los siguientes grados de seguridad:

- $FS < 1.0$: TALUD INESTABLE
- $FS = 1.0$: TALUD EN EQUILIBRIO
- $FS > 1.1$: TALUD ESTABLE DE FORMA CIRCUNSTANCIAL (Poco tiempo, en situaciones sin riesgo para las personas ni perjuicios económicos relevantes).
- $FS > 1.3$: TEMPORALMENTE ESTABLE (Es el factor de seguridad habitual para situaciones de obra. Se supone estable mientras dure una determinada obra, sin que pueda considerarse estable a largo plazo).
- $FS > 1.5$: TALUD ESTABLE A LARGO PLAZO (Es el factor de seguridad habitual en condiciones de proyecto).
- $FS > 1.7$: TALUD ESTABLE A LARGO PLAZO (Este factor de seguridad suele aplicarse cuando existe riesgo certero para las personas ante una eventual inestabilidad).

El análisis se llevará a cabo suponiendo condiciones semisaturadas, dado que la distribución de las aguas subterráneas es heterogénea, tal como se ha comentado en anteriores apartados.

El cálculo de estabilidad se ha llevado a cabo mediante el método Bishop Simplificado. Se trata de un método de "Dovelas", que divide la masa deslizante en una serie de fajas verticales.

Los métodos de dovelas pueden ser aproximados o precisos. La diferencia entre unos y otros es que cumplan o no todas las leyes de la estática.

Los métodos de dovelas consideran el problema de estabilidad de forma bidimensional, por lo que el análisis se lleva a cabo mediante el análisis de una sección transversal del talud.

El volumen de terreno potencialmente deslizante se divide en fajas verticales, estudiándose el equilibrio de cada una de ellas.

En cuanto a la precisión de los métodos de cálculo mediante dovelas, autores como Whitman y Baley han comparado diversos métodos buscando cuales son los más rentables en la práctica. Estos autores han llegado a la conclusión que métodos aproximados como el propuesto por BISHOP son suficientemente precisos, puesto que ofrecen errores máximos del 7% y errores medios entorno al 2%.

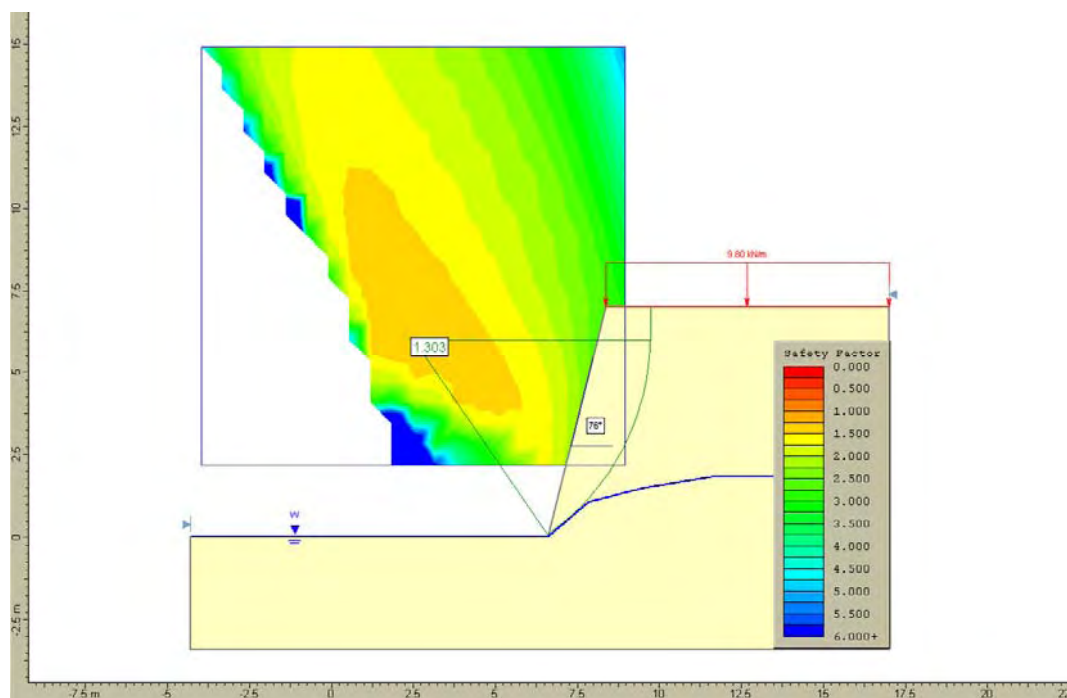
En este sentido, y considerando que los parámetros utilizados en el cálculo están sujetos a desviaciones por la toma y manipulación de las muestras, resulta adecuado utilizar el método de BISHOP simplificado para calcular la estabilidad del talud excavado.

Este método supone conocidos los puntos de aplicación de los empujes normales a las caras de las dovelas y es de aplicación a cualquier línea de rotura; Por otra parte, no cumple el equilibrio de momentos pero si el de fuerzas.

Se han realizado varios tanteos con objeto de determinar las inclinaciones temporalmente estables para la excavación prevista.

En los modelos se ha contemplado una sobrecarga de tráfico de 0.1 Kg/cm² para el paso por los andenes y no se ha contemplado una aproximación a las vías superior a 4 metros. De este modo, se pretende conseguir una separación entre el eje de la vías y la cabecera del talud superior a la mitad de la altura del talud previsto, con lo que no influye la carga de tráfico ferroviario sobre los empujes horizontales en la cara del talud.

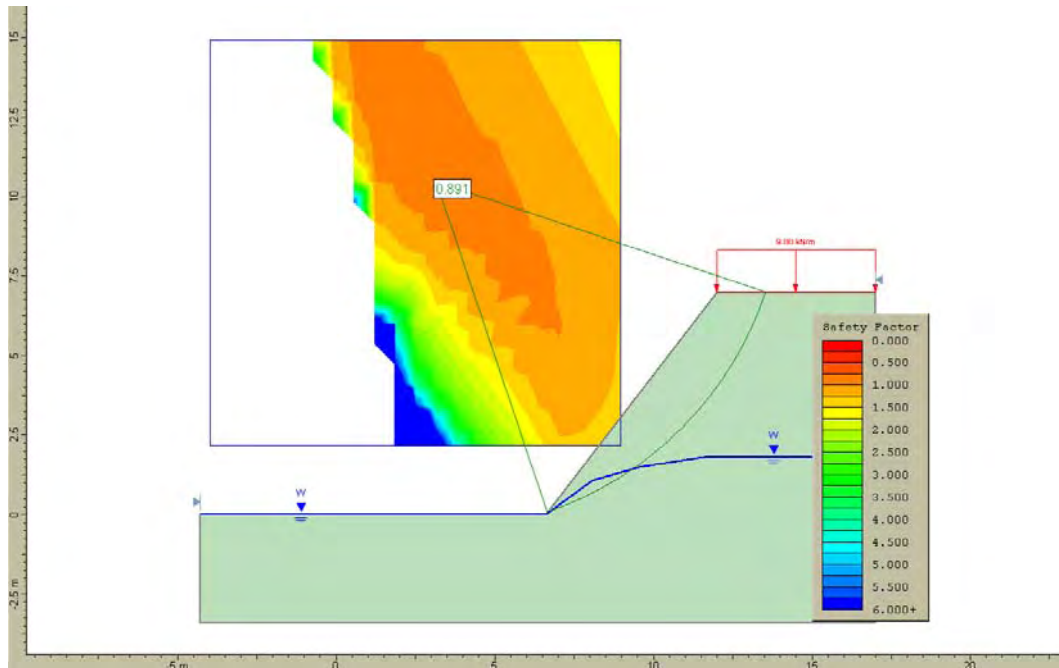
Los resultados obtenidos se comentan a continuación.



Excavación en suelos de alteración

Este modelo contempla una excavación temporalmente estable en suelos de alteración de esquistos. Considerando los ensayos de corte realizados, podría esperarse una inclinación temporalmente estable 1H:4V Este cálculo es coherente con las observaciones realizadas en las calicatas.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos en el ensayo de penetración dinámica P1 no son coherentes con los suelos de alteración observados y sí con rellenos de baja compacidad. En este entorno el resultados es bien distinto.



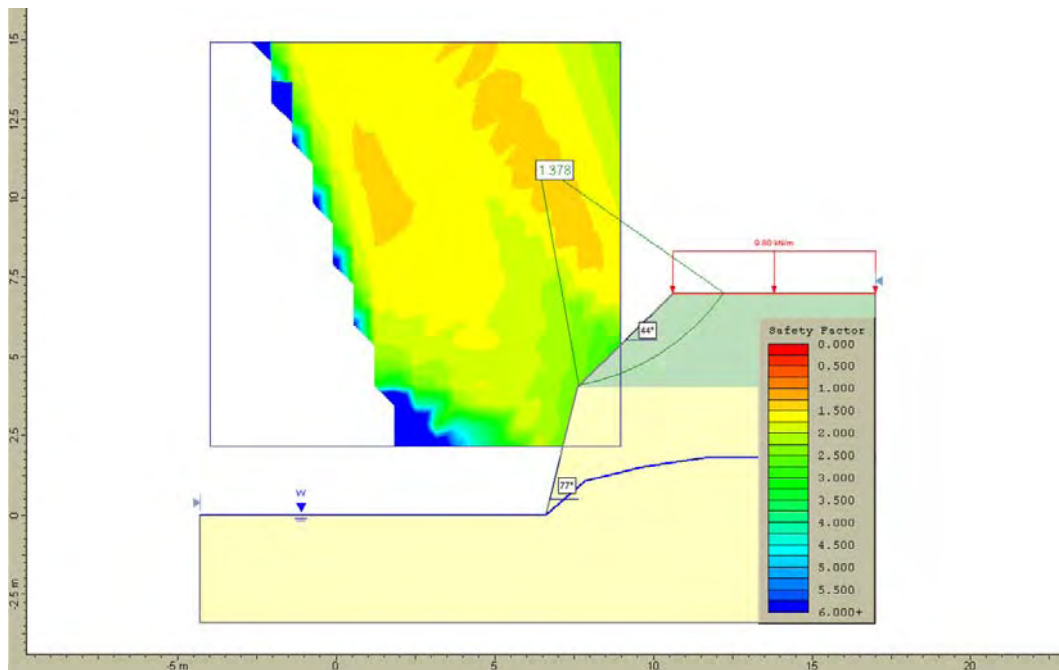
Excavación en rellenos flojos (entorno del punto P1)

En este caso, manteniendo la separación desde las vías, no se alcanzaría un factor de seguridad mínimo; Es decir, la excavación sería inestable.

Por otro lado se ha supuesto que el nivel piezométrico se deprimiría a medida que avanzase la excavación. Por lo que el modelo realizado no es conservador.

En estas condiciones se descarta realizar la excavación abierta en este entorno, resultando necesario efectuar un sostenimiento previo a la excavación.

Finalmente, en zonas de tránsito, o donde se han detectado rellenos de poco espesor podría optarse por soluciones de excavación con distinta inclinación en función de los materiales o bien descabezado de los terrenos sueltos. La siguiente figura muestra una solución de este tipo que bien podría ser aplicable al entorno del sondeo S1 y al del sondeo S3.



Excavación en terrenos mixtos

8.3 Sostenimiento previo a la excavación.

Considerando que, al menos en el entorno del punto P1, no se dispondrá de espacio suficiente para adoptar un talud de excavación estable, se plantea la opción de realizar un sostenimiento previo a la excavación.

El sostenimiento podrá realizarse mediante una pantalla de pilotes o bien un muro pantalla continuo.

En el primer caso se cuenta con la ventaja de su mayor economía de ejecución aunque, en el caso de construir un muro pantalla continua se cuenta con la ventaja de evitar los posibles efectos del agua.

En cualquier caso, no se esperan problemas en la excavación, dado que la estructura de contención previa se empotrará en suelos (no se ha detectado presencia de roca por encima de 14 metros de profundidad, salvo en el entorno del sondeo S1).

El empotramiento se llevará a cabo en suelos de alteración de esquistos y neises, de compacidad densa o muy densa a excepción del entorno del ensayo de penetración dinámica P1, donde los resultados obtenidos son anómalos y el terreno presenta una compacidad baja hasta una profundidad de 9 metros respecto a la superficie del terreno. En este punto no se alcanza una compacidad densa hasta 11 metros de profundidad. Este hecho debe tenerse en cuenta en el cálculo del empuje pasivo.

9 Tensión admisible del terreno. Condiciones de cimentación

9.1 Consideraciones previas

- La estructura proyectada se cimentará a una profundidad de entorno a siete metros bajo la superficie actual del terreno.
- A la cota prevista para la cimentación, el terreno se encuentra constituido por suelos de alteración de esquisto y neises. Estos suelos son de carácter mixto aunque de tendencia predominantemente granular (arenas finas y limos de baja plasticidad). Ocasionalmente se han descrito intercalaciones arcillosas, pero no es lo más frecuente.
- La compacidad de los suelos descritos, a una profundidad de siete metros, es “Densa o Muy densa”, salvo en el entorno definido por los puntos P1, P5 y P6 donde se observa una disminución notable de la compacidad del terreno.
- Se ha detectado presencia de aguas subterráneas a profundidad variable entre 3.00 y 11.90. En general, el nivel piezométrico se sitúa más profundo hacia el Este. En la zona Oeste parece estar asociado a algún tipo de fuga en colectores, antiguos canales o similares.

9.2 Cálculo de la tensión admisible del terreno

Atendiendo a las consideraciones expuestas, y considerando una cota de solera de entorno a 7 metros de profundidad respecto a la superficie del terreno en el momento de las investigaciones, se propone una cimentación mediante elementos aislados. El apoyo podrá llevarse a cabo a dicha profundidad salvo en el entorno de los puntos P1, P5 y P6 donde podría ser necesario realizar pozos de cimentación para alcanzar la tensión requerida.

La tensión admisible no es un parámetro intrínseco del terreno sino que depende, además de la compacidad del terreno, de las dimensiones de la cimentación y del asiento admisible por la estructura.

Como primera aproximación se ha tanteado la profundidad a la que se alcanzan diversas tensiones admisibles, asumiendo un asiento de una pulgada (2.54 cm), zapatas cuadradas de 2.5 metros de anchura y un terreno de tendencia granular.

En cualquier caso se limitará la tensión a un máximo de 3.0 Kg/m², dado que se han detectado zonas con intercalaciones arcillosas que, si bien son bastante rígidas, su comportamiento plástico desaconseja aplicar tensiones mayores.

La tensión admisible en los suelos granulares se ha calculado mediante la fórmula propuesta por Meyerhof (1956) y modificada posteriormente por Bowles (1982) para suelos granulares.

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

σ_{adm} : Tensión admisible (Kp/cm²).

S: Asiento tolerable en pulgadas

N: N° de golpes medio en la zona de influencia de la cimentación

B: Ancho de la cimentación (m)

“k” depende de la profundidad de 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 2.5 cm, en cuanto a “K” es un valor creciente con la profundidad.

En la tabla, presentada a continuación, se refleja la profundidad a la que se alcanzan distintas tensiones admisibles calculadas para zapatas de 2.5 metros siguiendo el método anteriormente mencionado.

TOMANDO COMO COTA 0,00 LA DE INICIO DE CADA ENSAYO

Punto N°	Profundidad para σ_{adm} (metros)		
	2.0 Kp/cm ²	2.50 Kp/cm ²	3.0 Kp/cm ²
P1	8.60	9.00	10.0
P2	7.00	7.00	7.00
P3	7.00	7.60	8.40
P4	7.00	7.00	7.00
P5	7.00	7.40	8.50
P6	9.80	9.80	9.80
P7	7.00	7.00	7.00
P8	7.80	8.00	8.00
P9	7.00	7.00	7.00
S1	7.00	7.00	7.00
S2	7.00	7.00	7.00
S3	7.00	7.00	7.00
S4	7.00	7.00	7.00
S5	7.00	7.00	7.00
S6	7.00	7.00	7.00
S7	7.00	7.00	7.00
S8	7.00	7.00	7.00

Los cálculos ponen de manifiesto la anomalía de compacidad detectada en el entorno mencionado (puntos P1, P5 y P6), existiendo otra pequeña desviación en los puntos P3 y P8.

La anomalía del punto P3 puede deberse a intercalaciones de materiales con distinto patrón de alteración (lentejones anfibólicos) o bien una simple bajada de compacidad por existir una zona de debilidad estructural (discontinuidades). En la ubicación del P8 podría existir un mayor espesor de rellenos de terraplén, presencia de tierra vegetal bajo dichos rellenos, etc.

En los demás casos, se alcanza una tensión admisible de hasta 3 Kg/cm² a los 7 metros de profundidad de excavación prevista. No obstante, considerando que el terreno analizado se encuentra constituido por alternancias de arenas finas y limos, con algunas intercalaciones arcillosas, se recomienda limitar la tensión admisible de cálculo a 2.5 Kg/cm². De este modo, se limitarán los asientos en caso de coincidir alguna zona arcillosa y, especialmente, se limitará el asiento diferencial.

En el entorno de los puntos anómalos indicados se deberían hacer pozos de cimentación hasta alcanzar la profundidad indicada para cada una de las tensiones admisibles expuestas.

A continuación se calcularán los asientos que puedan producirse, considerando diversos tamaños de zapata y asumiendo un terreno de tendencia granular (arenoso fino), como es el caso.

9.3 Cálculo de asientos

La comprobación de asientos se llevará a cabo siguiendo la metodología propuesta por Schmertmann en 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:

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

Siendo:

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

$$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{q_0}{q_{net}} (\geq 0.5)$$

- 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:

$$E = 2,5 \cdot q_c \quad \text{En el caso de zapatas cuadradas.}$$

$$E = 3,5 \cdot q_c \quad \text{En el caso de zapatas corridas.}$$

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

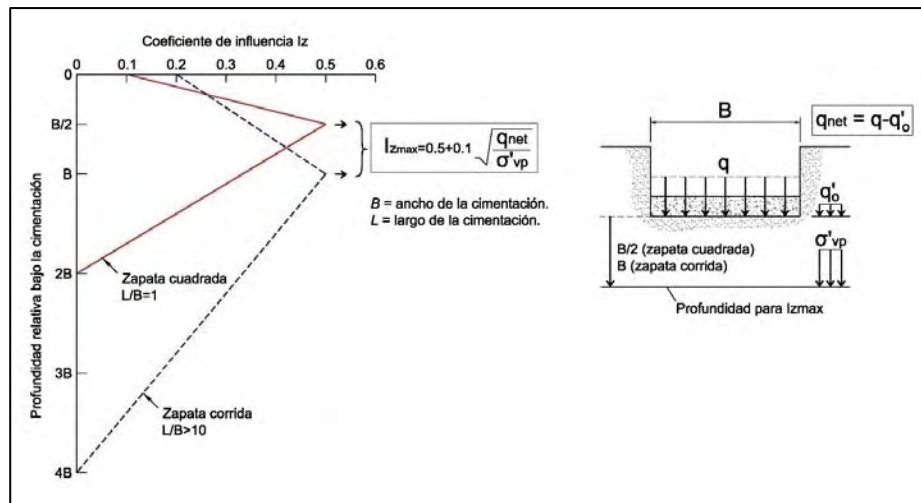
Tipo de suelo:	q_c / N (Kp/cm ²)
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3-4
Arena media	4-5
Arena gruesa	5-8
Grava	8-12

- 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:

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

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

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



El cálculo de asientos se ha desarrollado teniendo en considerando los siguientes parámetros:

- Densidad húmeda del suelo: $\gamma_h = 1,90 \text{ g/cm}^3$.
- Profundidad de cimentación: $D = 0,50$ metros. Correspondiente al canto de una cimentación tipo.
- Nivel freático: 2.0 m (mínimo supuesto bajo la cota de excavación).

Los resultados obtenidos se muestran en el Anejo 7: Cálculo de asientos. En dicho anejo se presentan tablas con el asiento calculado, en centímetros, considerando diversas dimensiones de zapata y distintas tensiones admisibles.

Los cálculos se han realizado suponiendo las profundidades de apoyo recomendadas para alcanzar una tensión de hasta 3.0 Kg/cm^2 en cada uno de los cuatro puntos analizados (en este caso P1, P3, P5 y P8); con el fin de cotejar el método Meyerhoff / Bowles.

Se han cotejado los resultados obtenidos mediante el método anterior con el fin de obtener una mayor precisión, dado que el método de Schmertmann considera múltiples capas de compacidad; No así el de Meyerhoff que considera un módulo de elasticidad medio bajo la cimentación.

En general, el método de Schmertmann es más restrictivo que el de Meyerhoff, obteniendo resultados más conservadores.

En este caso, la comprobación de asientos realizada muestra resultados acordes con los obtenidos mediante Meyerhoff para los puntos analizados, obteniéndose asientos máximos del orden de 2.5 cm, salvo en los casos más desfavorables (considerando tensiones de 3 Kg/cm^2 en la ubicación del ensayo de penetración dinámica P3, por ejemplo).

Atendiendo a estos resultados, y con el fin de permanecer del lado de la seguridad, se recomienda considerar la mencionada tensión admisible de 2.5 Kg/cm² pero manteniendo las cotas de apoyo recomendadas para el caso de considerar una transmisión de tensión de 3.0 Kg/cm². De este modo, el asiento calculado por ambos métodos es inferior a la pulgada.

Finalmente mencionar que el cálculo ha sido conservador dado que no se ha tenido en cuenta la tensión neta (no se ha restado el peso de las tierras excavadas). El asiento real que pueda producirse en la estructura, por tanto, será inferior al calculado y mostrado en las tablas del anejo 7.

La siguiente tabla presenta las cotas absolutas de inicio de las investigaciones realizadas, la cota alcanzada con la investigación, las cotas mínimas de apoyo y la profundidad mínima respecto a la cota de solera terminada (en este caso de los andenes de la futura estación de autobuses).

Según el criterio adoptado, las cotas de apoyo y profundidades referidas serán las mínimas necesarias para alcanzar una tensión admisible de 2.50 Kg/cm², tal como se recomendó en el apartado 9.

Punto	Prof. (m)	Cota inicio	Cota fin	Cota solera prevista	Prof. apoyo recomendada	Cota apoyo mínima	Prof. respecto a la solera (m)
S1	14,02	219,70	205,68	213,20	7,00	212,70	0,50
S2	14,12	219,70	205,58	213,20	7,00	212,70	0,50
S3	16,46	219,70	203,24	213,20	7,00	212,70	0,50
S4	13,59	219,70	206,11	213,20	7,00	212,70	0,50
S5	12,85	219,70	206,85	213,20	7,00	212,70	0,50
S6	13,10	219,70	206,60	213,20	7,00	212,70	0,50
S7	13,90	219,50	205,60	213,20	7,00	212,50	0,70
S8	13,20	219,70	206,50	213,20	7,00	212,70	0,50
P1	12,80	219,70	206,90	213,20	10,00	209,70	3,50
P2	5,20	219,70	214,50	213,20	7,00	212,70	0,50
P3	12,20	219,70	207,50	213,20	8,40	211,30	1,90
P4	4,80	219,70	214,90	213,20	7,00	212,70	0,50
P5	10,20	219,60	209,40	213,20	8,50	211,10	2,10
P6	12,20	218,75	206,55	213,20	9,80	208,95	4,25
P7	6,60	219,50	212,90	213,20	7,00	212,50	0,70
P8	11,60	219,50	207,90	213,20	8,00	211,50	1,70
P9	8,20	219,50	211,30	213,20	7,00	212,50	0,70

Partiendo de la tabla anterior se deduce en que, en algunas zonas, será necesario excavar pozos de cimentación para alcanzar la tensión admisible recomendada (2.5 Kg/cm^2).

Estas profundidades, o cotas de apoyo, son las mínimas necesarias. Dado que el terreno mejora progresivamente en profundidad, el asiento se reducirá a medida que aumenta la profundidad de apoyo.

El método de cálculo elegido es el más conservador de los que habitualmente se utilizan en investigación geotécnica. Por la experiencia adquirida en esta consultoría, otros métodos de obtención de datos, como puedan ser los ensayos presiométricos, habitualmente proporcionan módulos de deformación superiores (y por tanto, asientos menores) a los calculados a partir de los ensayos de penetración dinámica y, especialmente, mediante la correlación de Schmertmann.

Atendiendo a las consideraciones expuestas, respetando las cotas mínimas de apoyo expuestas anteriormente, el asiento real será inferior a 2.5 cm.

9.4 Condiciones de cimentación. Exposición ambiental

Se recomienda limitar la tensión admisible de cálculo a 2.50 Kg/cm^2 . Esta tensión se alcanza a una profundidad variable de entre 7.0 y 10.0 metros de profundidad respecto a la superficie del terreno en el momento de las investigaciones. En la mayor parte de los puntos, la tensión se alcanza a los 7 metros de profundidad, en el resto será necesario realizar pozos de cimentación para alcanzar la profundidad de apoyo requerida.

El asiento calculado es inferior a 2.5 cm para cualquiera de los tamaños de zapata contemplados.

La profundidad de cimentación recomendada cada punto se expone en la tabla del apartado 9.3. No obstante, dada la variabilidad geotécnica del terreno, se recomienda que durante el cajeado de las zapatas, un técnico competente verifique que las condiciones reales del terreno están en consonancia con las aquí expuestas.

Una de las 5 muestras de suelo analizadas., tomada en el sondeo S1 entre 4.20 y 4.80 metros de profundidad, presenta una "AGRESIVIDAD DÉBIL" al hormigón por acidez Baumann-Gully, el resto de las muestras analizadas son "NO AGRESIVAS" al hormigón según la EHE.

10 EXPLANADA NATURAL EN EL FONDO DE EXCAVACIÓN

Partiendo de los ensayos de laboratorio realizados, a cota de fondo de excavación se esperan suelos de calidad "Tolerable" según el PG-3 de carreteras.

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
Diferentes categorías de explanada			

La formación de explanadas de las distintas categorías se recoge en la figura presentada en las siguientes páginas, 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.

Prescripciones generales para la formación de explanadas.

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 efectos de la aplicación de la norma 6.1-IC, los pedraplenes y rellenos todo-uno, pueden ser asimilables a suelos tipo 3.

En la mayor parte del fondo de los desmontes del trazado se encontrarán suelos tolerables. Circunstancialmente, algunos de los fondos de excavación, proporcionarán suelos adecuados o Todo-Uno.

La explanada requerida se conseguirá en cada caso siguiendo las propuestas de la figura presentada al final de este apartado.

Los suelos se compactarán al 95% de su densidad Proctor Modificado, aunque con el empleo de la maquinaria actual se alcanza, frecuentemente, densidades por encima del 100%. Las tongadas no superarán los 40 cm de espesor.

A continuación se presenta una figura en la que se define las categorías de explanada, y las adicciones de materiales para conseguirla, en función de la calidad de la base de apoyo.

		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)
CATEGORÍA 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)

tipo de material

espesor mínimo en cm

S-EST3 30

2

suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente

ESTE INFORME, CONSTA DE 44 PÁGINAS NUMERADAS (INCLUIDA ESTA). A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LOS ANEJOS.

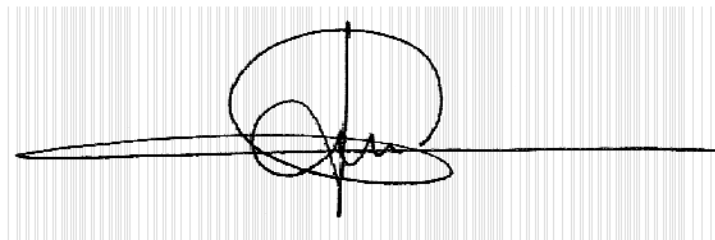
Mos, a 23 de Septiembre de 2016



Samuel Cerqueira Mallo
Químico
DIRECTOR DE LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz
Geólogo ICOG: 2891

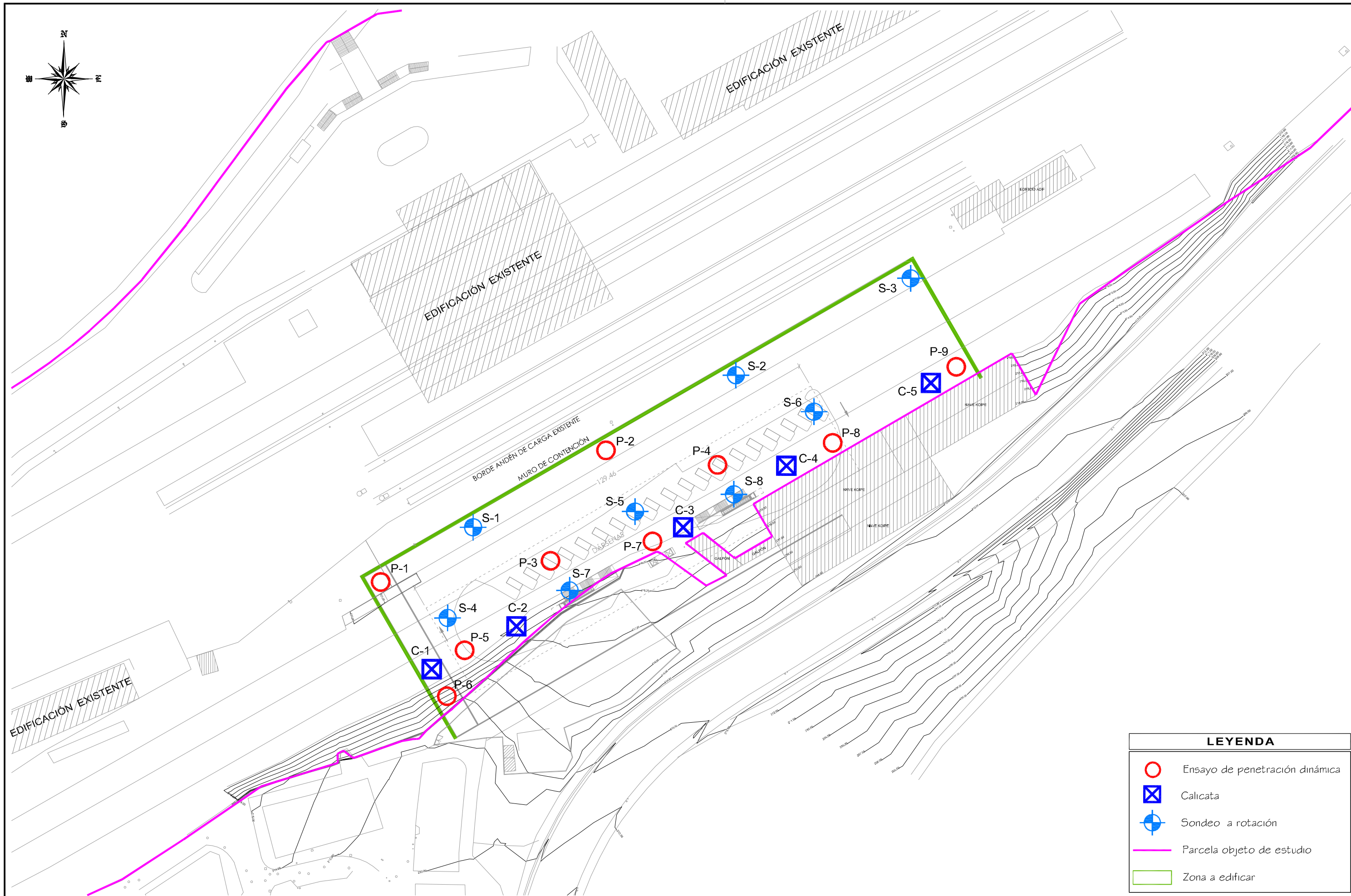


Daniel Ron Gudín
Geólogo ICOGA: 853

ANEJOS AL INFORME

ANEJO 1:

SITUACIÓN DE LOS PUNTOS INVESTIGADOS



LEYENDA	
	Ensayo de penetración dinámica
	Calicata
	Sondeo a rotación
	Parcela objeto de estudio
	Zona a edificar

 Consultoría Técnica	Rúa Anel do Perral 25, Polígono Industrial Velgadaña 36416 Mos (Pontevedra) Telf.: 986 801 200 Fax: 986 344 614	REFERENCIA: P-128229	ESCALA: 1/1000 0 10 20m. ORIGINAL A3 GRÁFICA	TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN DE PUNTOS ESTUDIADOS	PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA S.A.	OBRA: ESTACIÓN DE AUTOBUSES	SITUACIÓN: SANTIAGO, A CORUÑA	FECHA: AGOSTO 2016
		Nº TRABAJO: 99 123949						

ANEJO 2:

REGISTRO Y FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS

[illegible]







[illegible]

[illegible]







				SONDEO: S-3		HOJA 1 DE 2		COORDENADAS (---)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.				FECHA DE INICIO: 26/07/16				NIVEL PIEZOMÉTRICO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
OBRA PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES				FECHA DE FIN: 27/07/16				Fecha: 27/07/16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)				PROFUNDIDAD: 16.46				Hora:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
REFERENCIA: P-128229				COTA DE INICIO: -				Prof.: 9.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
BATERÍA (*)	REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO (m)	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL NIVEL	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RECUPERACIÓN (%)	GRADO DE METEORIZACIÓN				R.Q.D.				FRACTURAS N/30 cm				ESTRUCTURA				MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"			ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
								VI	V	IV	III	II	I	20%	40%	60%	80%	100%	64	16	4	1	Buzamiento (°)	Carácter	Relleno		TIPO	GOLPEO	COTAS	GRANULOMETRIA UNE				PLASTICIDAD		DENSIDAD SECA (g/cm³)	DENSIDAD NATURAL (g/cm³)	HUMEDAD NATURAL (%)	CORTE DIRECTO		COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm²)	% MATERIA ORGÁNICA	% SULFATOS SOLUBLES	OBSERVACIONES Y OTROS ENSAYOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																									Tipo	Espesor				% PASA 5	% PASA 2	% PASA 0,4	% PASA 0,08	LL	IP				c	φ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
101W				0.25		Solera de hormigón	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</

[illegible]







T6		101W		13.50	
BATERÍA (*)	REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO (m)	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL NIVEL	SÍMBOLO GRÁFICO
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO					
RECUPERACIÓN (%)					
GRADO DE METEORIZACIÓN					
R.Q.D.					
FRACTURAS N/30 cm					
ESTRUCTURA					
MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"					
ENSAYOS DE LABORATORIO					
GRANULOMETRÍA UNE					
PLASTICIDAD					
DENSIDAD SECA (g/cm³)					
DENSIDAD NATURAL (g/cm³)					
HUMEDAD NATURAL (%)					
CORTE DIRECTO					
COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm²)					
% MATERIA ORGÁNICA					
% SULFATOS SOLUBLES					
OBSERVACIONES Y OTROS ENSAYOS					

GE-003.2 Rev. 0 © enmacosa

[illegible]







enmacosa Consultoría Técnica www.enmacosa.com				SONDEO: S-5				HOJA 1 DE 2				COORDENADAS (---)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.531501								FECHA DE INICIO: 01/08/16				NIVEL PIEZOMÉTRICO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
OBRA PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES								FECHA DE FIN: 02/08/16				Fecha:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)								PROFUNDIDAD: 12.85				Hora:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
REFERENCIA: P-128229								COTA DE INICIO: -				Prof.:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
BATERÍA (*)	REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO (m)	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL NIVEL	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RECUPERACIÓN (%)	GRADO DE METEORIZACIÓN				R.Q.D.				FRACTURAS N/30 cm				ESTRUCTURA				MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"				ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
								V	V	V	IV	III	II	I	20%	40%	60%	80%	100%	64	16	4	1	Buzamiento (°)	Carácter	Relleno		TIPO	GOLPEO	COTAS	GRANULOMETRIA UNE				PLASTICIDAD		DENSIDAD SECA (g/cm³)	DENSIDAD NATURAL (g/cm³)	HUMEDAD NATURAL (%)	CORTE DIRECTO		COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm²)	% MATERIA ORGÁNICA	% SULFATOS SOLUBLES	OBSERVACIONES Y OTROS ENSAYOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
								% PASA 5	% PASA 2	% PASA 0,4	% PASA 0,08	LL	IP	c	φ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
101D	101W		0.20			Solera de hormigón	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

[illegible]





[illegible]

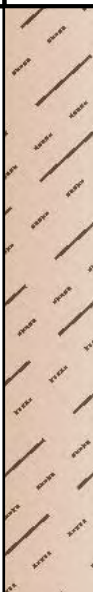
[illegible]





[illegible]

				SONDEO: S-7		HOJA 2 DE 2		COORDENADAS (---)				
PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.531501				FECHA DE INICIO: 01/08/16				NIVEL PIEZOMÉTRICO				
OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES				FECHA DE FIN: 01/08/16				Fecha:				
SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)				PROFUNDIDAD: 13.90				Hora:				
REFERENCIA: P-128229				COTA DE INICIO: -				Prof.:				

BATERÍA (*)	REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO (m)	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL NIVEL	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RECUPERACIÓN (%)	GRADO DE METEORIZACIÓN	R.Q.D.	FRACTURAS N/30 cm	ESTRUCTURA				MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"			ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
											Buzamiento (°)	Carácter	Relleno		TIPO	GOLPEO	COTAS	GRANULOMETRIA UNE				PLASTICIDAD		DENSIDAD SECA (g/cm³)	DENSIDAD NATURAL (g/cm³)	HUMEDAD NATURAL (%)	CORTE DIRECTO		COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm²)	% MATERIA ORGÁNICA	% SULFATOS SOLUBLES	OBSERVACIONES Y OTROS ENSAYOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
													Tipo	Espesor				% PASA 5	% PASA 2	% PASA 0.4	% PASA 0.08	LL	IP				c	φ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
86W	13.50		11.00		Esquisto / Neis alterado en grado V: Arena fina limosa, de color pardo, con intercalaciones de limo arenoso. Denso aumentando a muy denso hacia la base del tramo.	100	V	V	IV	III	II	I	20%	40%	60%	80%	100%	64	16	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</







[illegible]





ANEJO 3:

REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

FECHA: 04/08/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 12.80

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

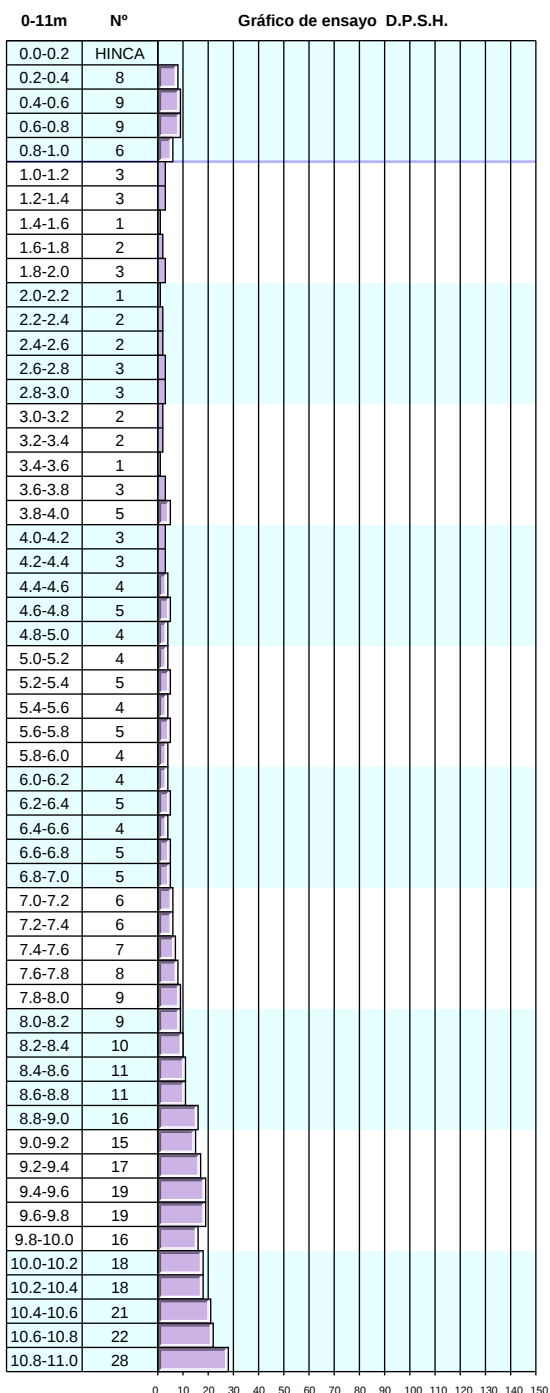
PRESENCIA DE AGUA: 1.00

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

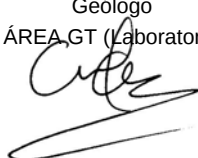
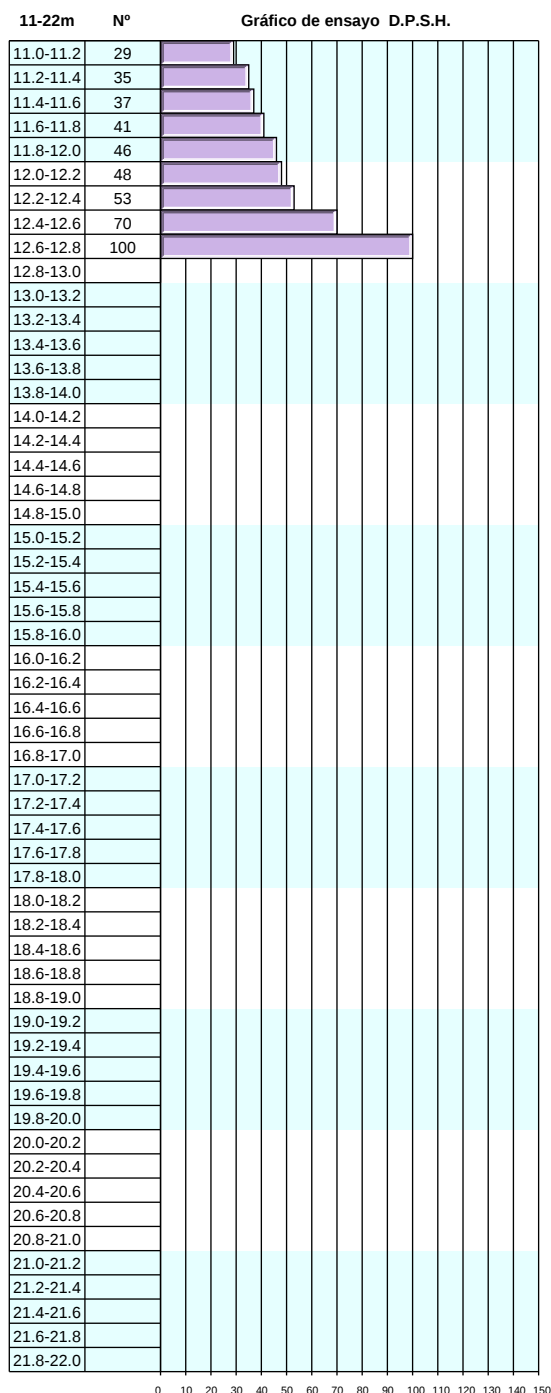
COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz
Geólogo
JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)

Samuel Cerqueira Mallo
Químico
DIRECTOR DE LABORATORIO




FECHA: 04/08/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 5.20

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

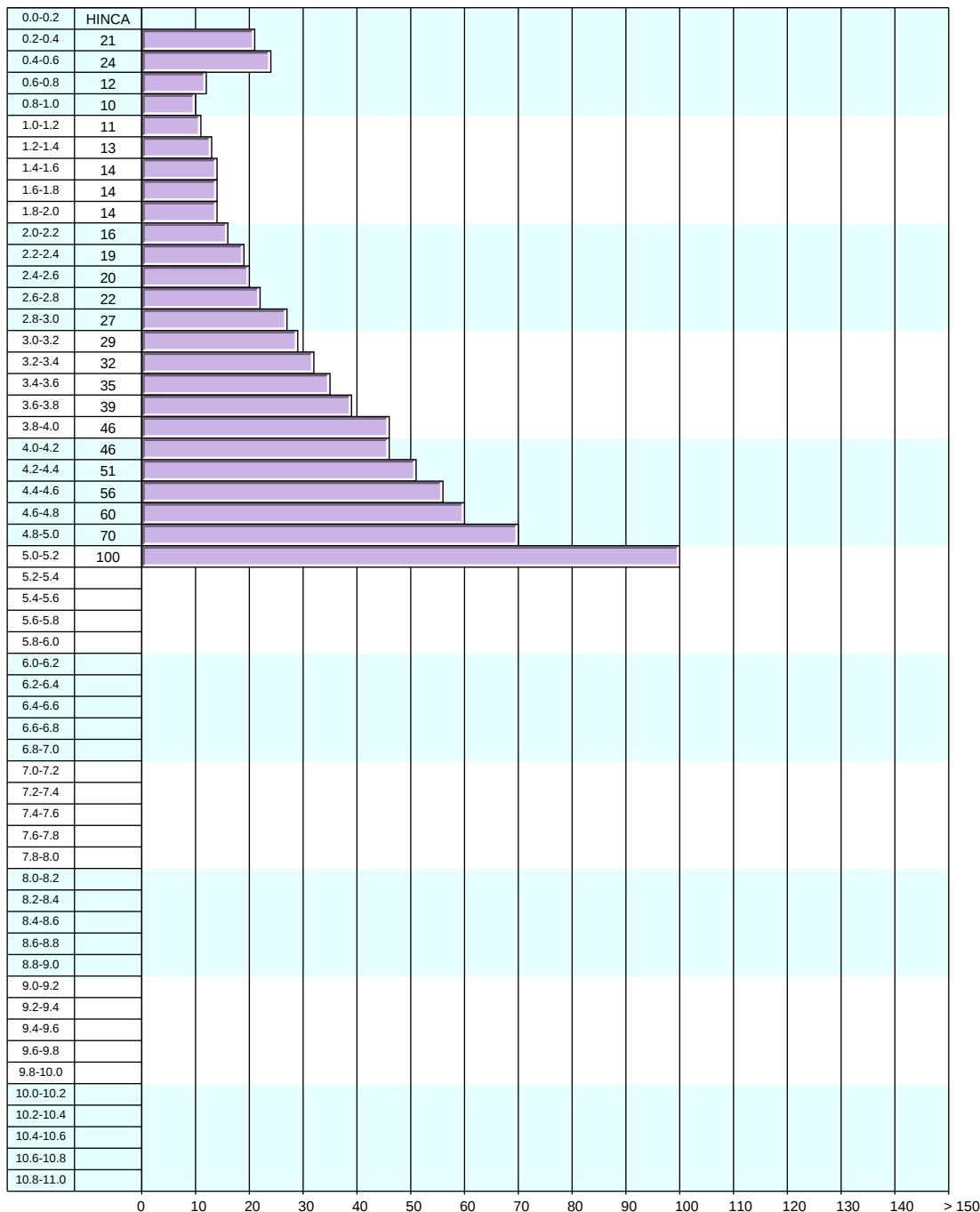
COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.

0 - 11 m. N°

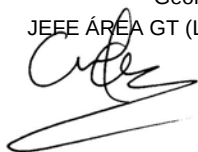
Gráfico de ensayo D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz

Geólogo

JEEF ÁREA GT (Laboratorio Vigo)




Samuel Cerqueira Mallo

Químico

DIRECTOR DE LABORATORIO



FECHA: 04/08/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 12.20

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

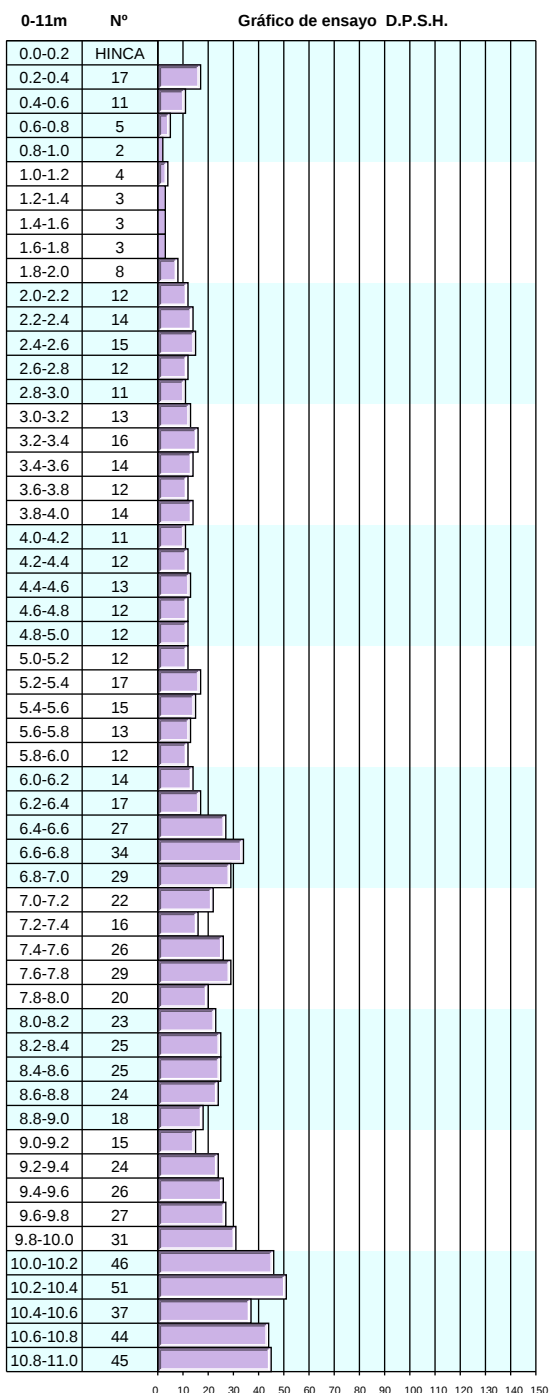
PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

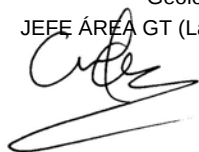
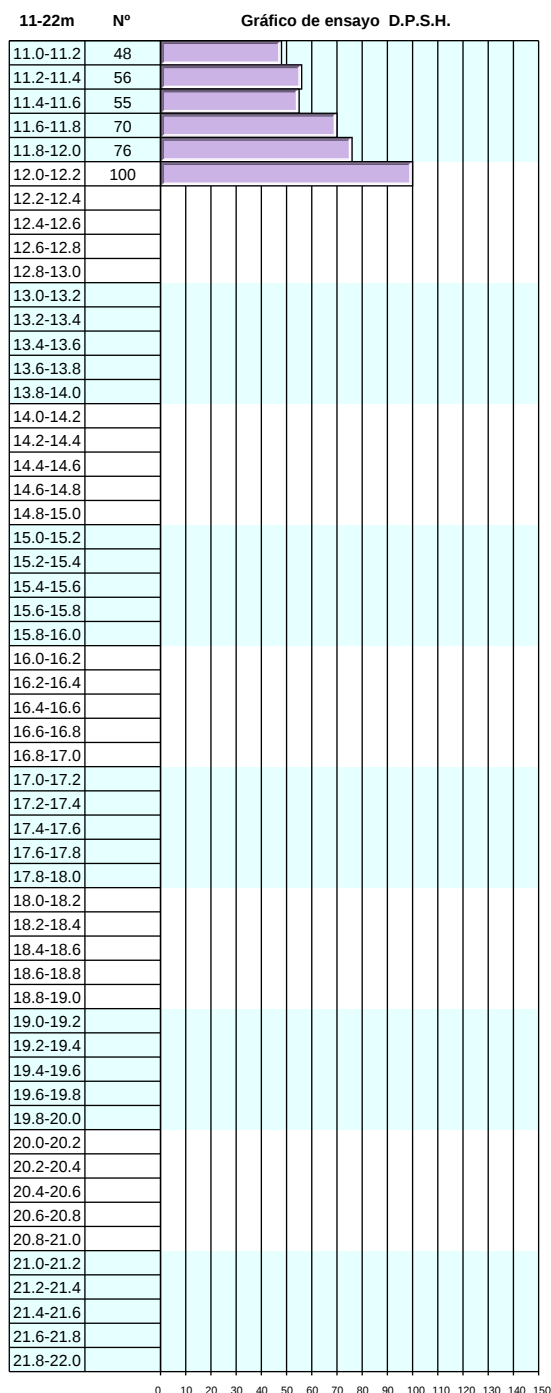
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz

Geólogo

JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)

Samuel Cerqueira Mallo

Químico

DIRECTOR DE LABORATORIO



FECHA: 04/08/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 4.80

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

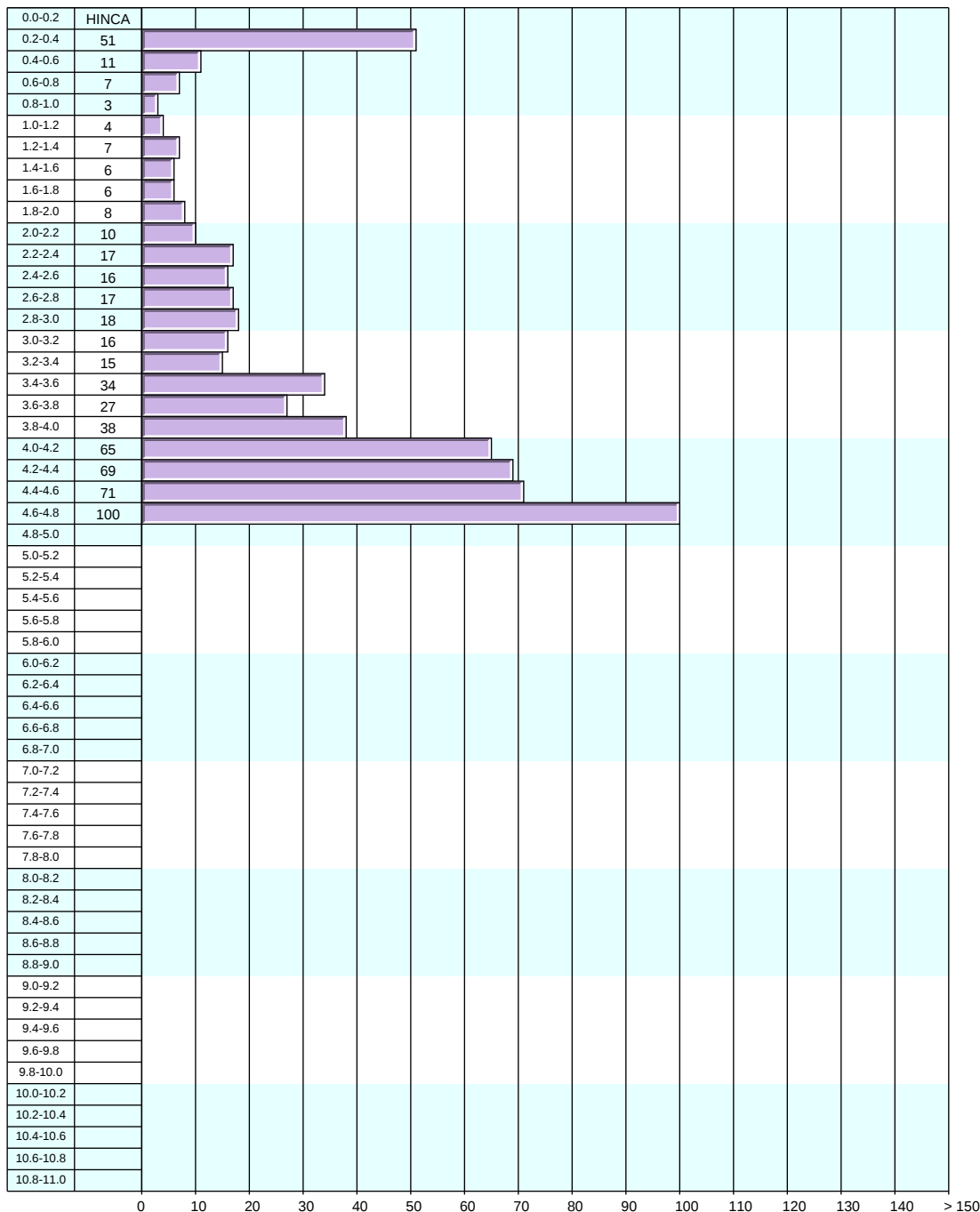
COTA DE INICIO: -

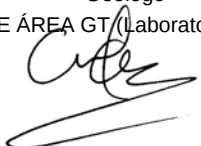
SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.

0 - 11 m. N°

Gráfico de ensayo D.P.S.H.


 Norberto Saiz Ruiz
 Geólogo
 JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)



 Samuel Cerqueira Mallo
 Químico
 DIRECTOR DE LABORATORIO



FECHA: 26/07/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 10.20

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

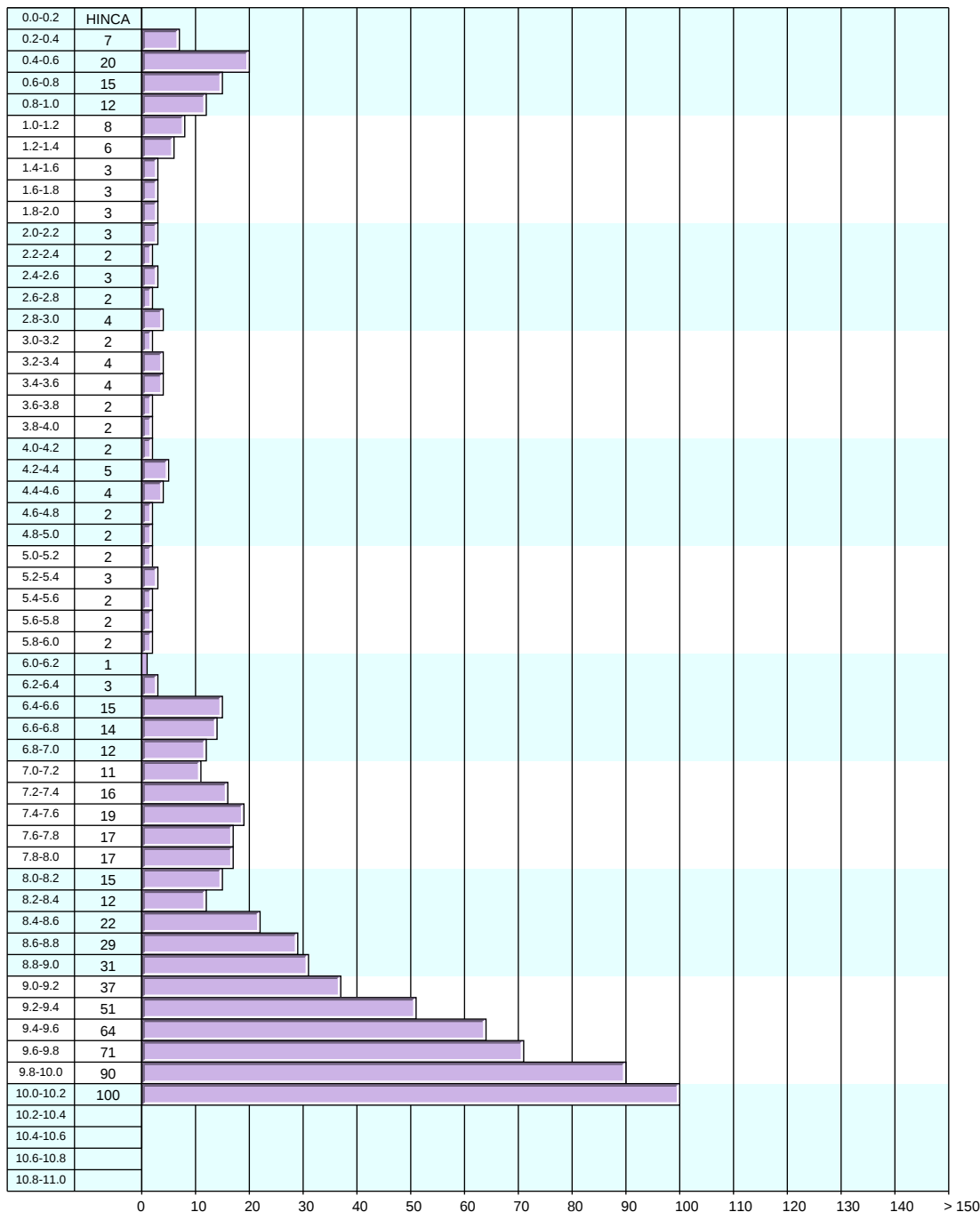
COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

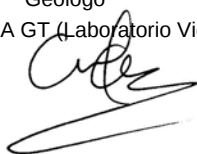
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.

0 - 11 m. N°

Gráfico de ensayo D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz
Geólogo
JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)




Samuel Cerqueira Mallo
Químico
DIRECTOR DE LABORATORIO



FECHA: 26/07/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 12.20

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

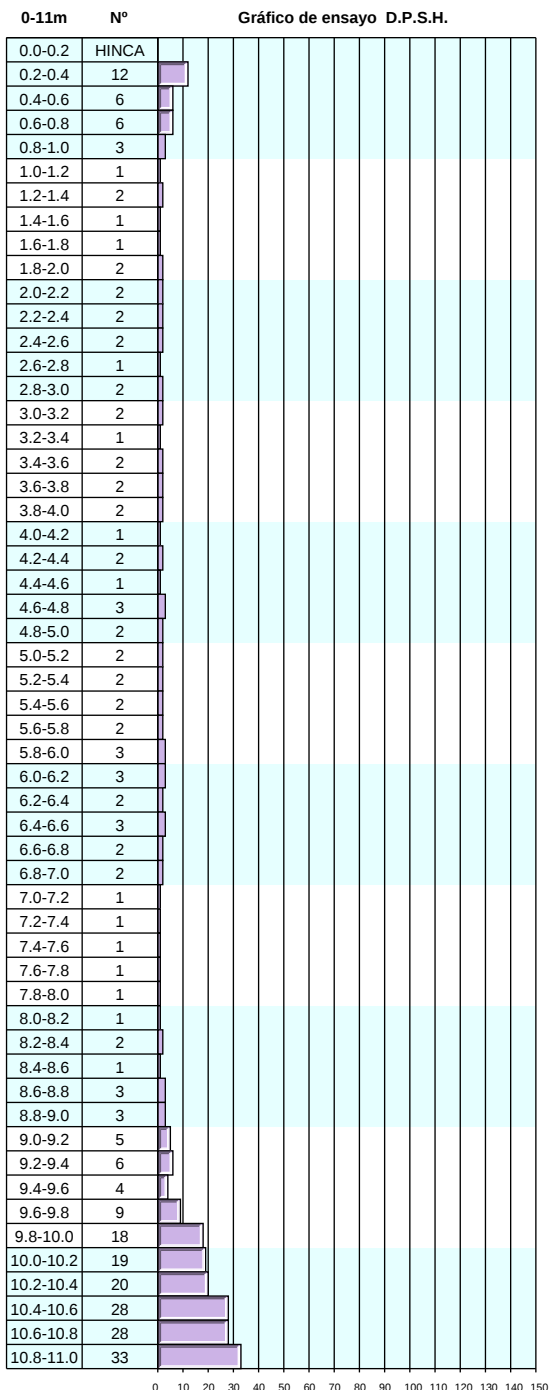
PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

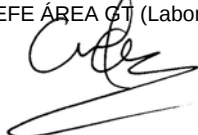
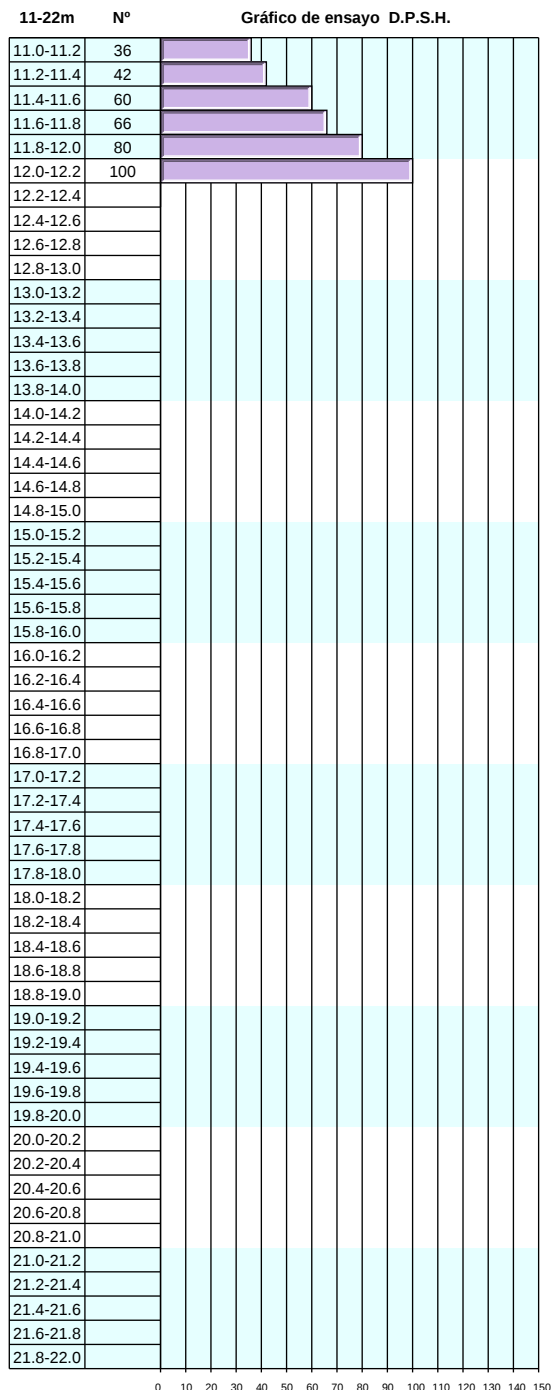
COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz
Geólogo
JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)

Samuel Cerqueira Mallo
Químico
DIRECTOR DE LABORATORIO



FECHA: 26/07/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 6.60

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

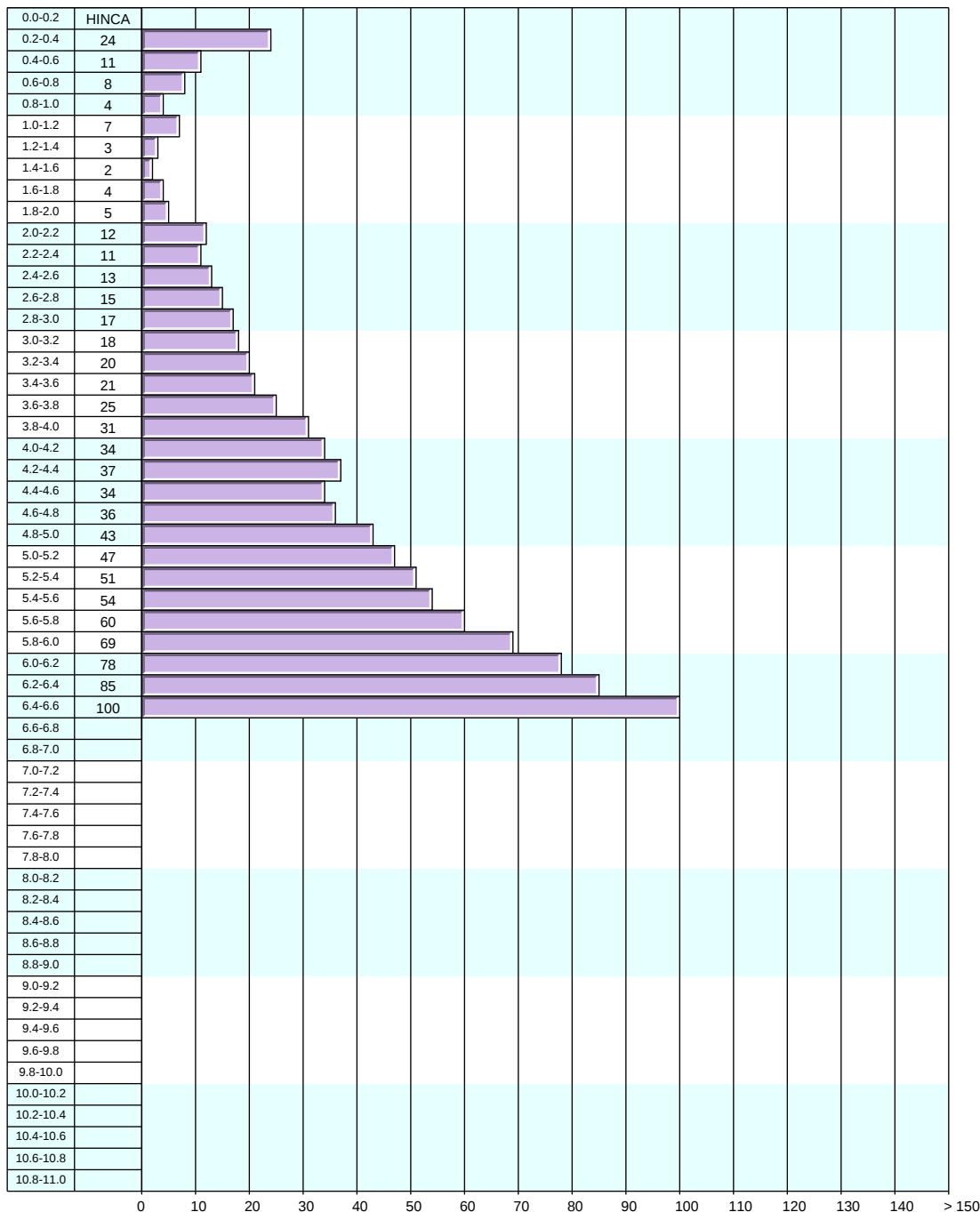
COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

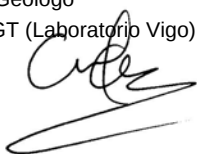
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.

0 - 11 m. N°

Gráfico de ensayo D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz
Geólogo
JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)




Samuel Cerqueira Mallo
Químico
DIRECTOR DE LABORATORIO



FECHA: 04/08/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 11.60

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

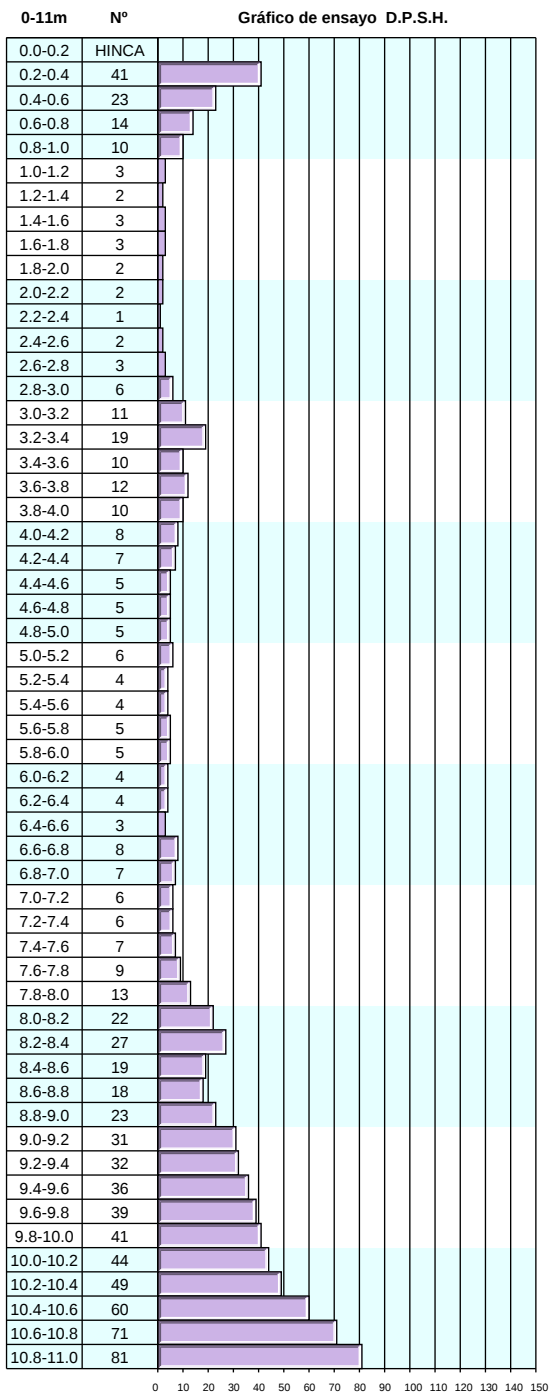
PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

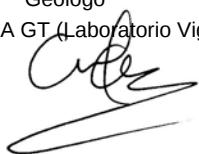
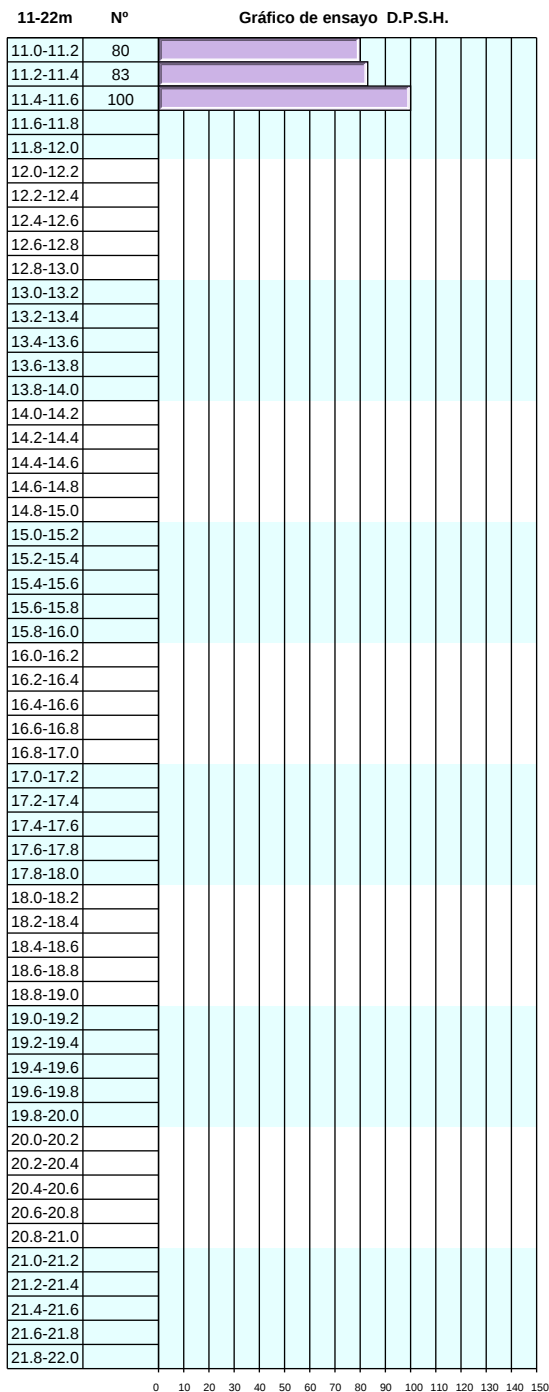
COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz
Geólogo
JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)

Samuel Cerqueira Mallo
Químico
DIRECTOR DE LABORATORIO



FECHA: 04/08/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 8.20

PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

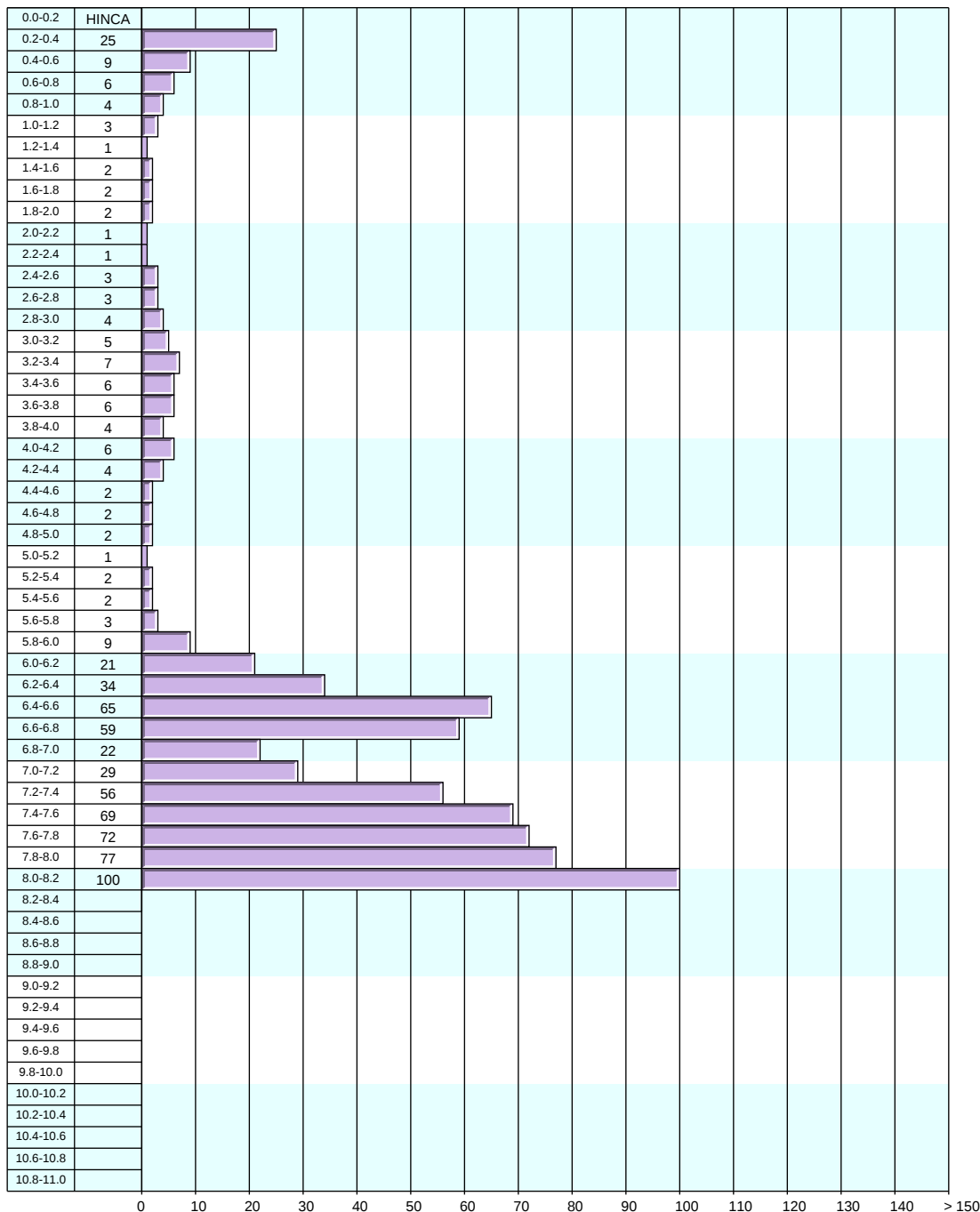
COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)

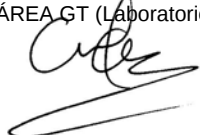
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.

0 - 11 m. N°

Gráfico de ensayo D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz
 Geólogo
 JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)




Samuel Cerqueira Mallo
 Químico
 DIRECTOR DE LABORATORIO



ANEJO 4:

REGISTRO DE LAS CALICATAS

FECHA: 29/07/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3.80

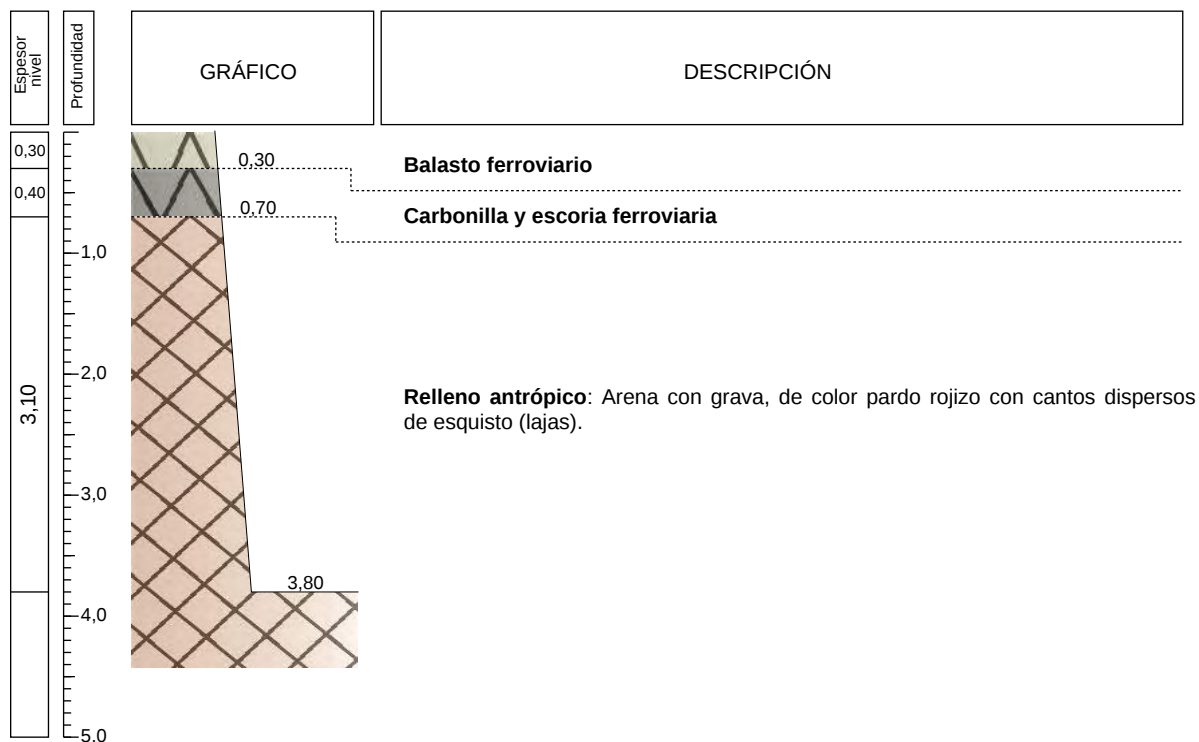
PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)



OBSERVACIONES:

- Durante la excavación, las paredes de la calicata permanecen estables.
- No se detectan flujos ni rezumes de agua.
- Se detiene la excavación por profundidad adecuada.



Aspecto de la excavación



Detalle del material excavado

FECHA: 29/07/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 4.00

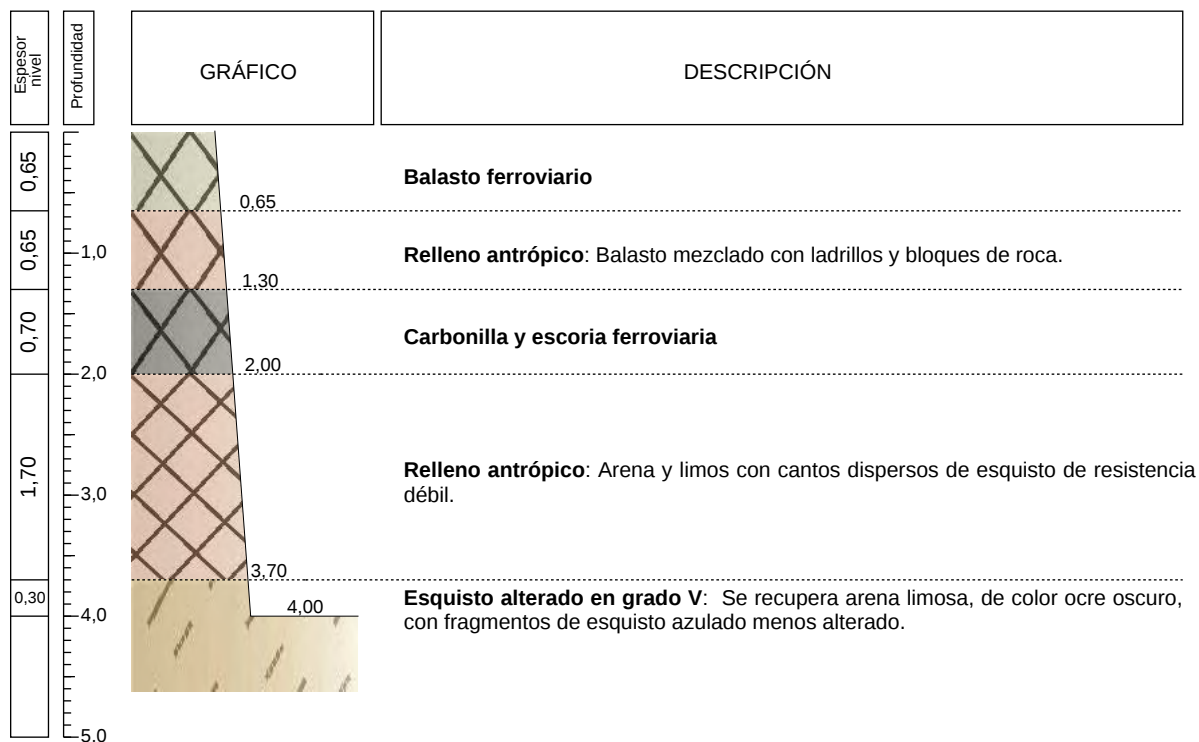
PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)



OBSERVACIONES:

- Durante la excavación, las paredes de la calicata permanecen estables.
- No se detectan flujos ni rezumes de agua.
- Se detiene la excavación por profundidad adecuada.



Aspecto de la excavación



Detalle del material excavado

FECHA: 29/07/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3.20

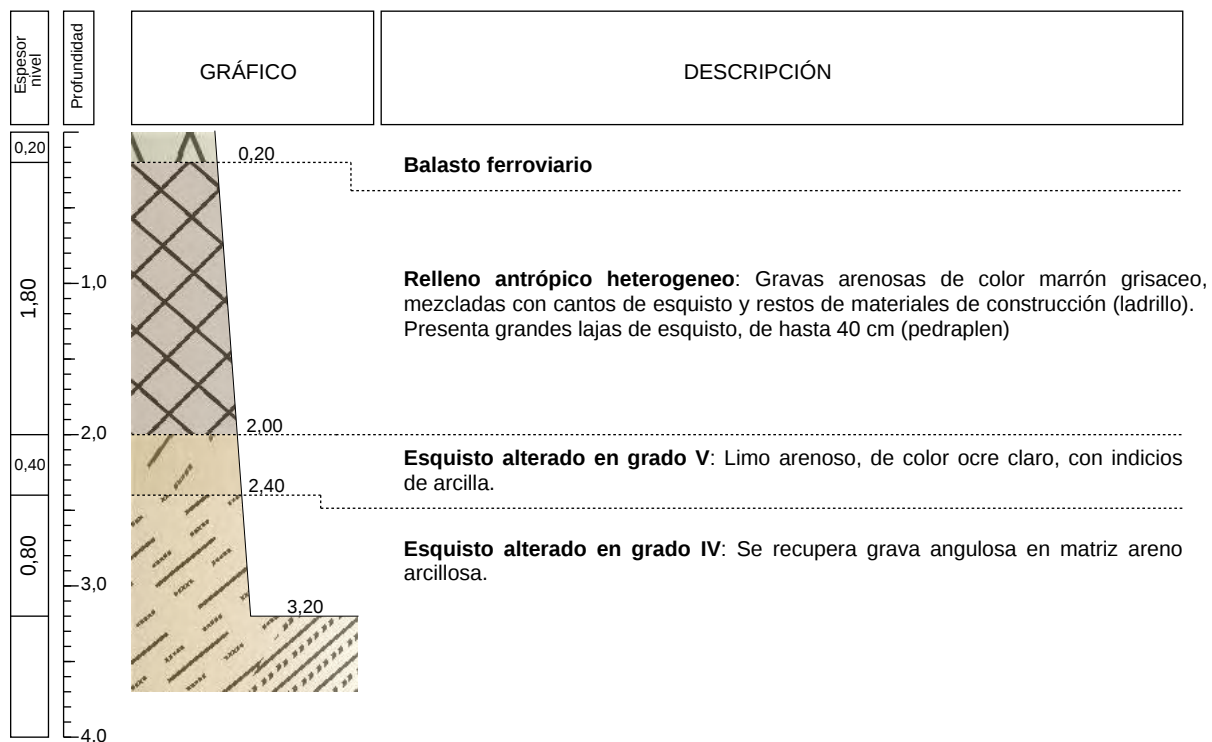
PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)



OBSERVACIONES:

- Durante la excavación, las paredes de la calicata permanecen estables.
- No se detectan flujos ni rezumes de agua.
- Se detiene la excavación por dificultad de ripado.



Aspecto de la excavación



Detalle del material excavado

FECHA: 29/07/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3.70

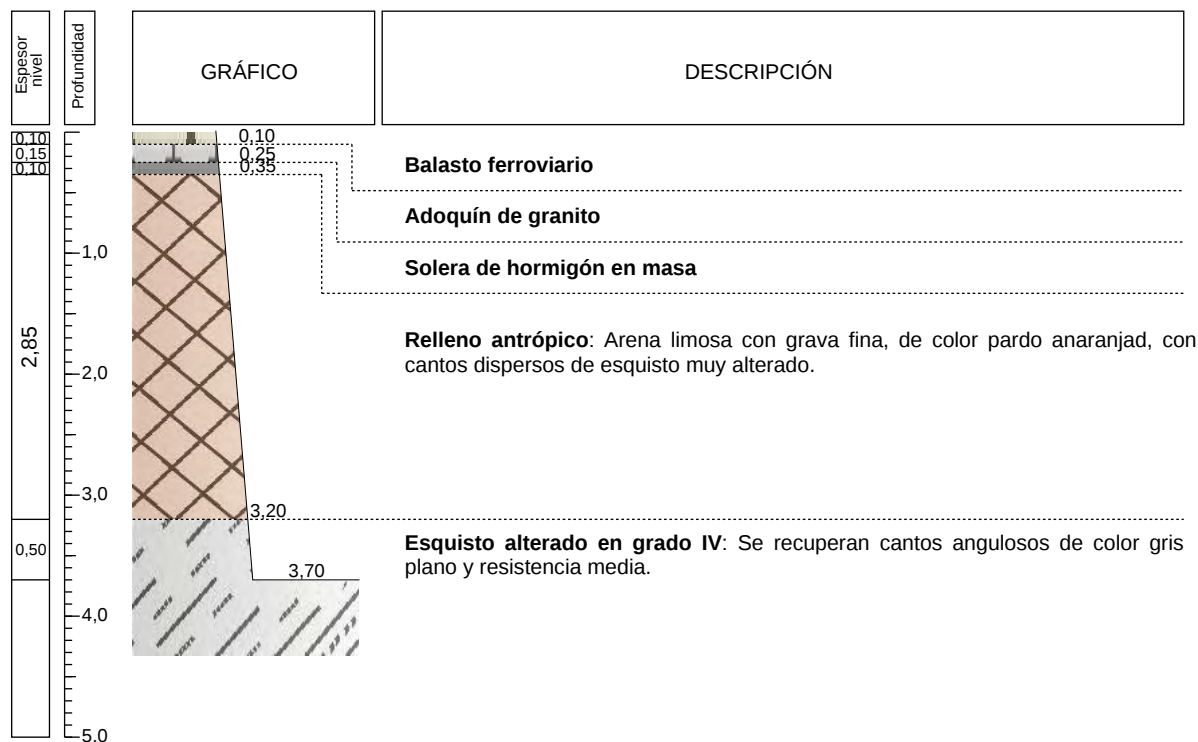
PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)



OBSERVACIONES:

- Durante la excavación, las paredes de la calicata permanecen estables.
- No se detectan flujos ni rezumes de agua.
- Se detiene la excavación por profundidad adecuada.



Aspecto de la excavación



Detalle del material excavado

FECHA: 29/07/16

REFERENCIA: P-128229

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 4.00

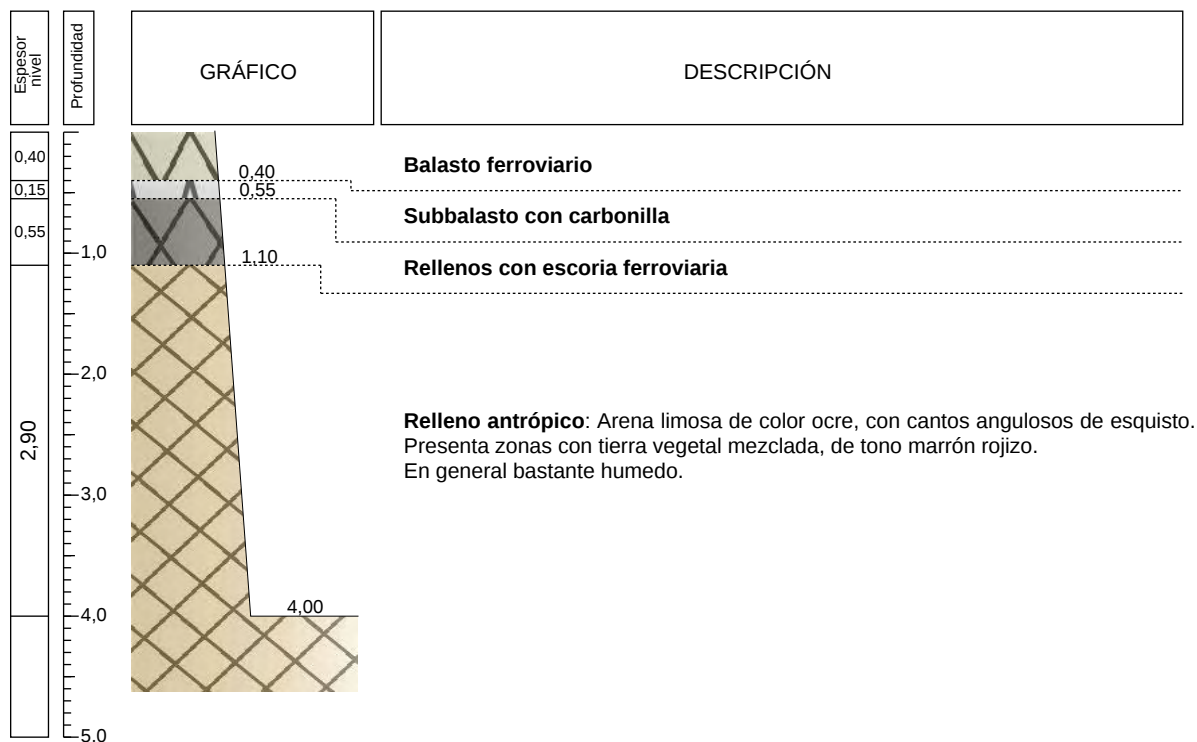
PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.

PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: PROYECTO EJECUCION ESTACION DE AUTOBUSES

COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA (A CORUÑA)



OBSERVACIONES:

- Durante la excavación, las paredes de la calicata permanecen estables.
- No se detectan flujos ni rezumes de agua.
- Se detiene la excavación por profundidad adecuada.



Aspecto de la excavación



Detalle del material excavado

ANEJO 5:

RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

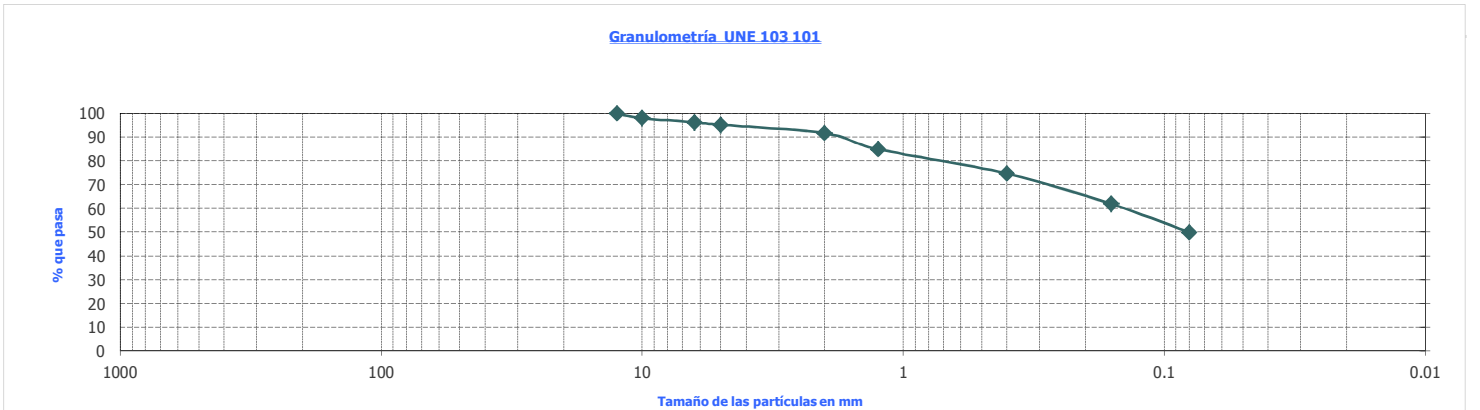
Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº: **99 123834** FECHA DE ENTRADA: **01/08/2016** Página 1 de 1

REFERENCIA: **C-128229** LOCALIZACIÓN: **SONDEO S-3**
 PETICIONARIO: **IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.** PROFUNDIDAD: **7,50 - 8,10 m**
 OBRA: **PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES** FECHA DE TOMA: **01/08/2016**
 SITUACIÓN: **SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA**
 TIPO DE MUESTRA: **SPT-3**

RESULTADO DE LOS ENSAYOS



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
% PASA								100	98	96	95	92	85	75	62	50.0

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido	36.4
		Límite Plástico	24.1
		Índice de Plasticidad	12.3
Contenido en sales solubles	NLT 114	0.02%	
Materia orgánica (M.O.)	UNE EN 103 204	0.12%	

Agresividad de suelo frente al hormigón (EHE) Débil Medio Fuerte

Contenido de sulfatos	UNE 83963	135.0 mg/kg	2000 a 3000 3000 a 12000 > 12000
Acidez Baumann-Gully	UNE 83962	108.2 ml/kg	> 200

GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

NO AGRESIVO

Observaciones:

Mos, a 11 de agosto de 2016


DIRECTOR DE LABORATORIO
Samuel Cerqueira Mallo


JEFE DE ÁREA (GT)
Norberto Saiz Ruiz

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

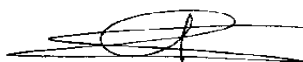
MUESTRA Nº **99 123830** FECHA ENTRADA: **01/08/2016** Pagina 1 de 1

REFERENCIA: **C-128229** LOCALIZACIÓN MUESTRA: **SONDEO S-1**
 PETICIONARIO: **IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.** PROFUNDIDAD: **10,20 - 10,80 m**
 OBRA: **PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES**
 SITUACION: **SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA**
 TIPO DE MUESTRA: **TESTIGO DE ROCA TR-1** **TESTIGO DE ROCA TR-1**

RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL. (UNE 22950-5)

TESTIGO	TIPO	PLANO ANISOTROPIA/ PLANO DE CARGA	L (mm)		D (mm)		HUMEDAD (%)	P (KN)	I _s (N/mm²)	I _{s(50)} (N/mm²)
1	DIAMETRAL	⊥	156,7		71,0		0,52%	0,965	0,19	0,22
2		=	160,0		70,1			0,685	0,14	0,16
TESTIGO	TIPO	PLANO ANISOTROPIA/ PLANO DE CARGA	W1 (mm)	W2 (mm)	D (mm)	L (mm)	HUMEDAD (%)	P (KN)	I _s (N/mm²)	I _{s(50)} (N/mm²)
1	FRAGMENTOS IRREGULARES	⊥	69,6	69,6	36,7	40,2	0,52%	2,11	0,65	0,69
2		⊥	70,3	70,3	47,4	71,9		7,532	1,77	2,00
3		⊥	69,3	69,3	36,2	38,9		3,84	1,20	1,27
4		⊥	70,4	70,4	50,1	44,3		5,216	1,16	1,32
5		⊥	70,2	70,2	37,0	65,5		1,469	0,44	0,47
Valor medio I _s (50) ⊥ (N/mm²)										0,88
Valor medio I _s (50) = (N/mm²)										0,16
Indice de anisotropía I _a (50) (N/mm²)										5,41

Mos, 23 de agosto de 2016



Samuel Cerqueira Mallo
DIRECTOR DE LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz
JEFE DE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibida
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

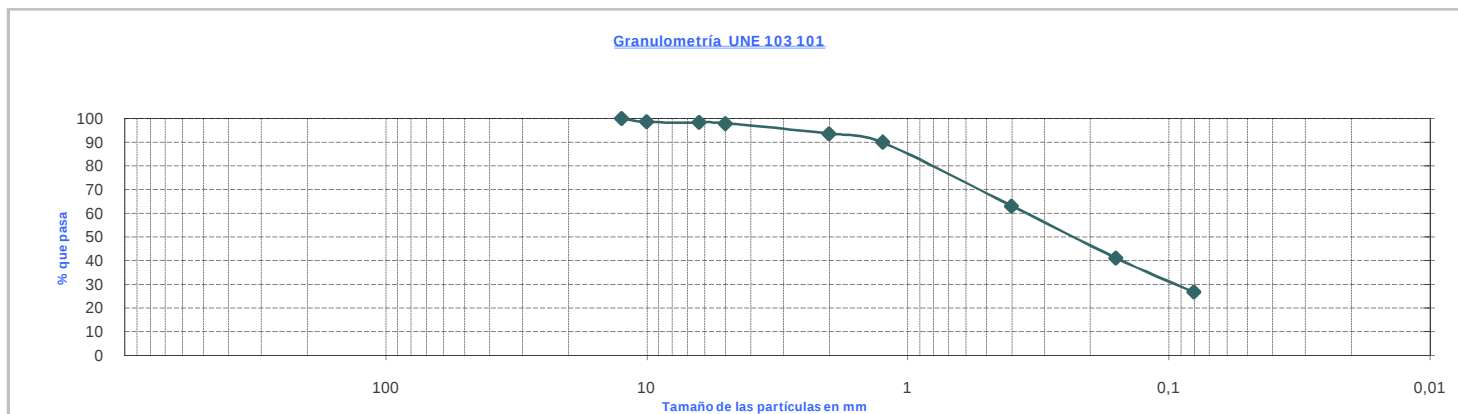
GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA N°: **99 123940** FECHA DE ENTRADA: **01/08/2016** Página 1 de 1

REFERENCIA: **C-128229** LOCALIZACIÓN: **SONDEO S-7**
 PETICIONARIO: **IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.** PROFUNDIDAD: **4,70 - 5,30 m**
 OBRA: **PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES** FECHA DE TOMA: **01/08/2016**
 SITUACIÓN: **SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA**
 TIPO DE MUESTRA: **MUESTRA INALTERADA - 1**

MUESTRA INALTERADA - 1

RESULTADO DE LOS ENSAYOS



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
% PASA								100	98	98	98	94	90	63	41	26,7

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido	31,5
		Límite Plástico	21,6
		Índice de Plasticidad	9,9
Densidad de un suelo	UNE 103 301	Densidad Húmeda	2,00 g/cm ³
		Densidad seca	1,73 g/cm ³
Contenido en sales solubles	NLT 114	0,01%	
Materia orgánica (M.O.)	UNE EN 103 204	0,29%	

Observaciones:

Mos, a 23 de agosto de 2016


 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Samuel Cerqueira Mallo


 JEFE DE ÁREA (GT)
 Norberto Saiz Ruiz

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº	99 123938	FECHA ENTRADA	05/08/2016	Página 1 de 3
------------	-----------	---------------	------------	---------------

REFERENCIA: C-128229 LOCALIZACIÓN MUESTRA: SONDEO S-6
 PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A. PROFUNDIDAD: 7.00 - 7.60 m
 OBRA: PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES FECHA DE TOMA: 05/08/2016
 SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA
 TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

MUESTA INALTERADA - 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE EN 103 401)

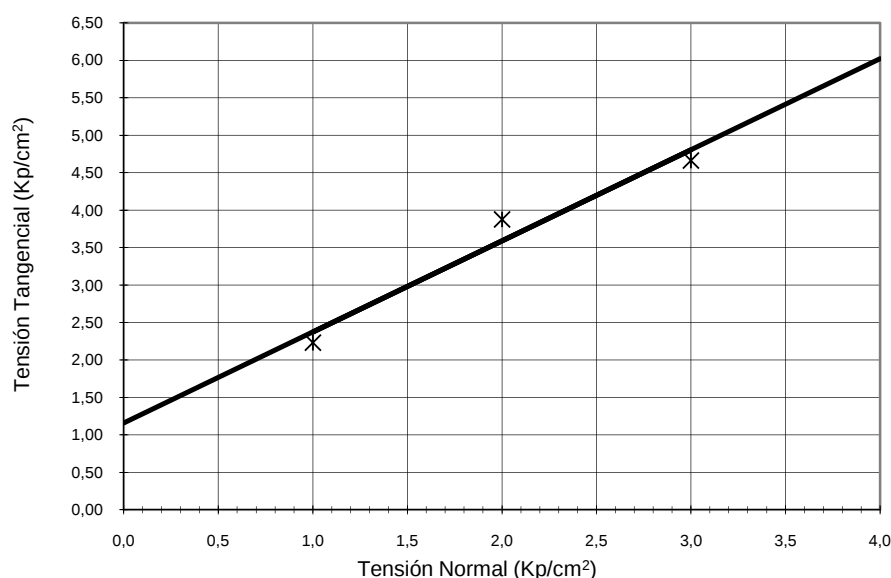
TIPO DE ENSAYO: CD TIPO DE PROBETA: INALTERADA

PROBETA Nº	1	2	3
------------	---	---	---

DIMENSIONES	Diámetro (mm):	49.90	49.90	49.90
	Altura (mm):	30.50	30.50	30.50
	Area (cm ²):	19.56	19.56	19.56
	Volumen (cm ³):	59.66	59.66	59.66

ENSAYO	Humedad inicial (%):	9.2	8.6	7.2
	Humedad final (%):	26.6	27.6	33.2
	Densidad natural (gr/cm ³):	1.76	1.83	1.77
	Densidad seca (gr/cm ³):	1.61	1.69	1.65
	Tensión normal (Kpa):	100	200	300
	Tensión de rotura (Kp/cm ²):	2.23	3.88	4.66
	Desplazamiento en tensión máxima (mm):	8.13	8.90	4.60

TENSIÓN NORMAL / TENSIÓN TANGENCIAL



COHESIÓN (Kp/cm²): 1.16

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO 50.6


 Samuel Cerqueira Mallo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO


 Norberto Saiz Ruiz
 JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de [enmacosa consultoría técnica](http://www.enmacosa.com).

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

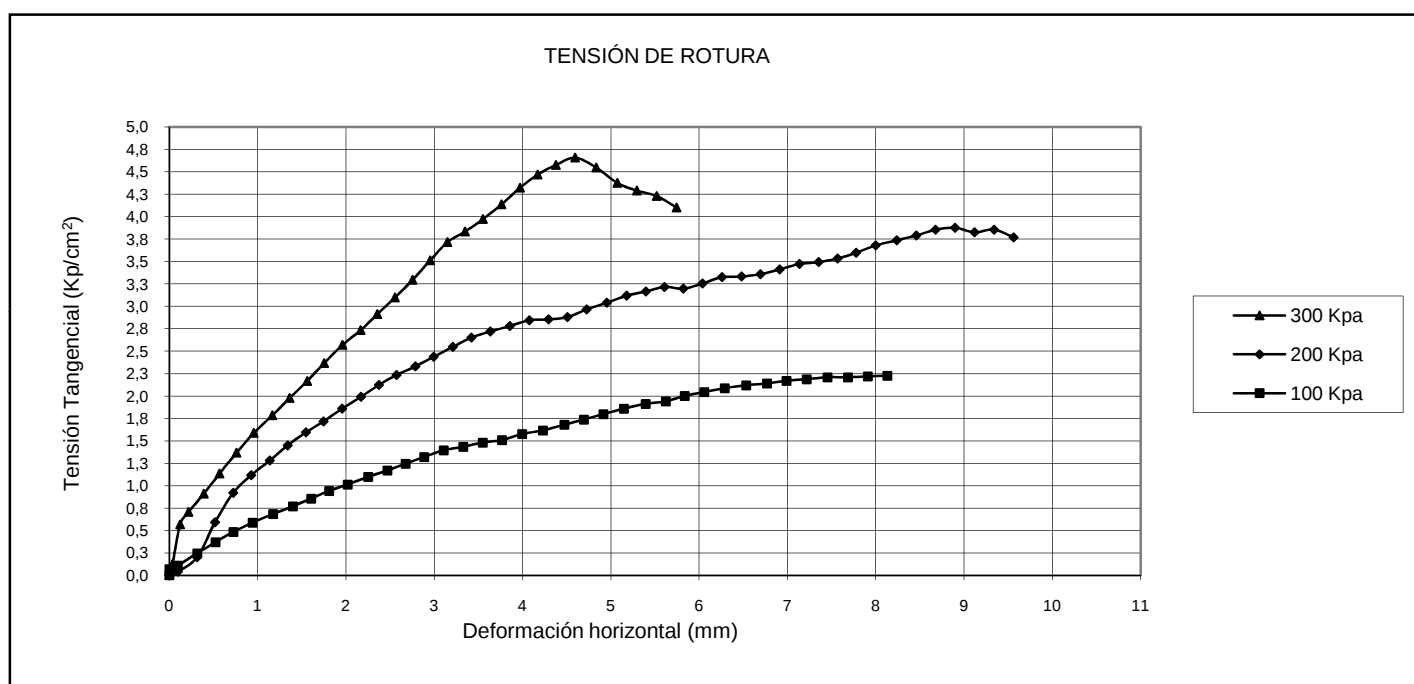
MUESTRA N°	99 123938	FECHA ENTRADA	05/08/2016	Página 2 de 3
------------	-----------	---------------	------------	---------------

REFERENCIA:	C-128229	LOCALIZACIÓN MUESTRA	SONDEO S-6
PETICIONARIO:	IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.	PROFUNDIDAD:	7.00 - 7.60 m
OBRA:	PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES	FECHA DE TOMA:	05/08/2016
SITUACIÓN:	SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA		
TIPO DE MUESTRA:	MUESTA INALTERADA - 1		

MUESTA INALTERADA - 1

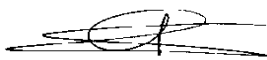
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

TIPO DE ENSAYO:	CD	TIPO DE PROBETA:	INALTERADA
-----------------	----	------------------	------------



PROBETA N°:	1	2	3
Tensión de rotura (Kp/cm²):	2.23	3.88	4.66
Desplazamiento en tensión máxima (mm):	8.13	8.90	4.60

Observaciones:


 Samuel Cerqueira Mallo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO


 Norberto Saiz Ruiz
 JEFE AREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA N°:	99 123938	FECHA DE ENTRADA:	05/08/2016	Página 3 de 3
-------------	-----------	-------------------	------------	---------------

REFERENCIA: C-128229

PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.

OBRA: **PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES**

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA

TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

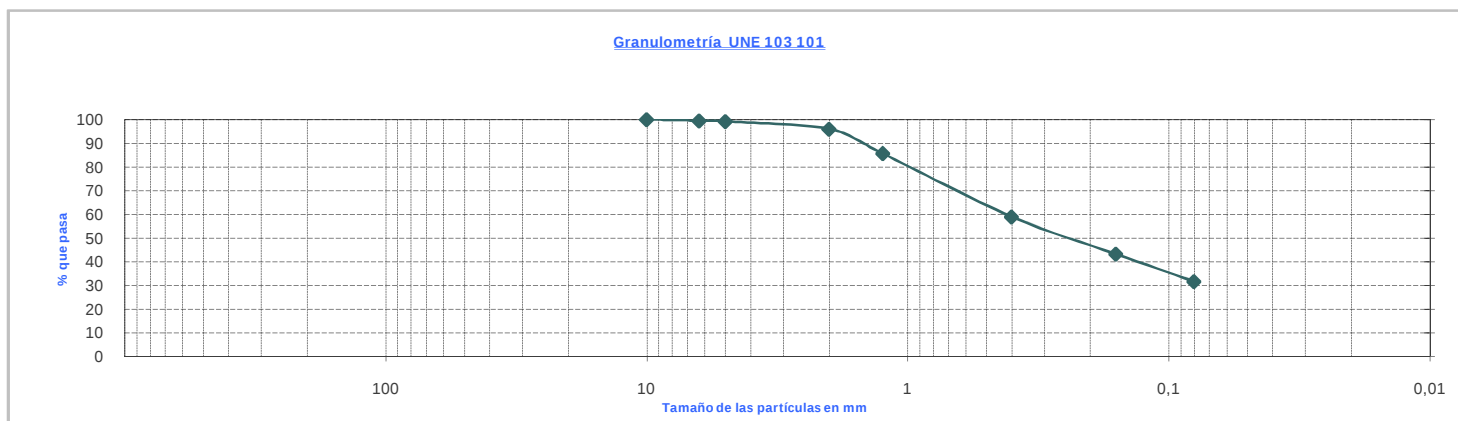
LOCALIZACIÓN: SONDEO S-6

PROFUNDIDAD: 7.00 - 7.60 m

FECHA DE TOMA: 05/08/2016

MUESTA INALTERADA - 1

RESULTADO DE LOS ENSAYOS



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
% PASA									100	99	99	96	86	59	43	31.6

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido	33.6
		Límite Plástico	26.7
		Índice de Plasticidad	6.9
Densidad de un suelo	UNE 103 301	Densidad Húmeda	2.01 g/cm³
		Densidad seca	1.88 g/cm³
Humedad Natural (%)	UNE 103 300	12.0%	
Contenido en sales solubles	NLT 114	0.01%	
Materia orgánica (M.O.)	UNE EN 103 204	0.39%	
Agresividad de suelo frente al hormigón (EHE)			Débil Medio Fuerte
Contenido de sulfatos	UNE 83963	15.6 mg/kg	2000 a 3000 3000 a 12000 > 12000
Acidez Baumann-Gully	UNE 83962	23.7 ml/kg	> 200

GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

NO AGRESIVO

Observaciones:

Mos, 23 de agosto de 2016


Samuel Cerqueira Mallo
DIRECTOR DE LABORATORIO


Norberto Saiz Ruiz
JEFE DE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de **enmacosa consultoría técnica**.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA N°	99 123937	FECHA ENTRADA	05/08/2016	Página 1 de 3
------------	-----------	---------------	------------	---------------

REFERENCIA: C-128229 LOCALIZACIÓN MUESTRA: SONDEO S-5
 PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A. PROFUNDIDAD: 7.10 - 7.62 m
 OBRA: PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES FECHA DE TOMA: 05/08/2016
 SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA
 TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

MUESTA INALTERADA - 1

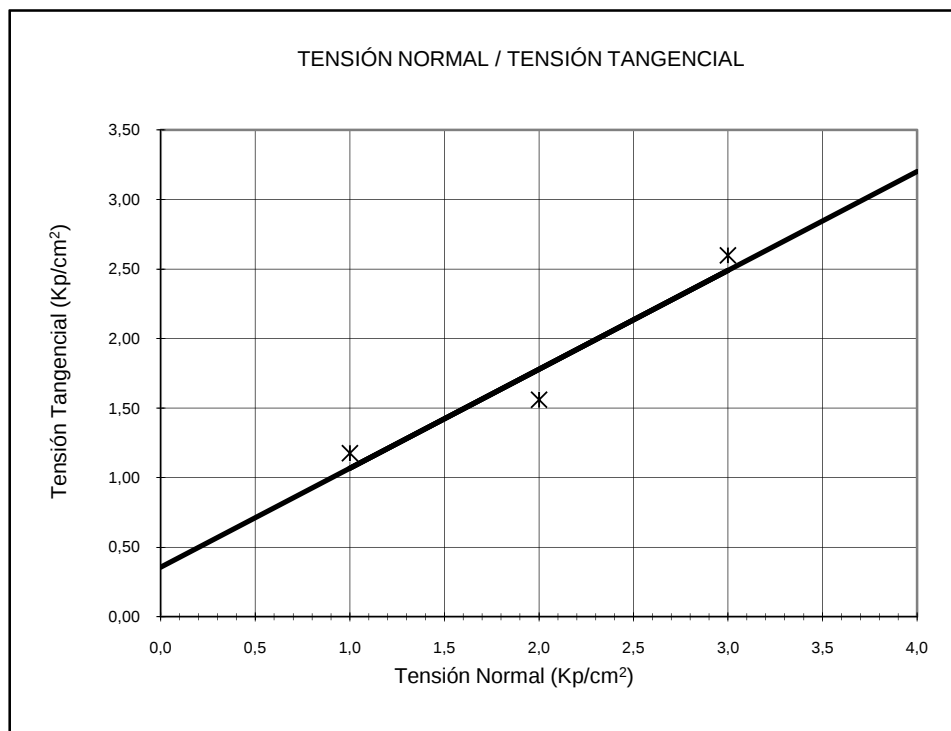
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE EN 103 401)

TIPO DE ENSAYO: CD TIPO DE PROBETA: INALTERADA

PROBETA N°	1	2	3
------------	---	---	---

DIMENSIONES	Diámetro (mm):	49.90	49.90	49.90
	Altura (mm):	30.50	30.50	30.50
	Area (cm ²):	19.56	19.56	19.56
	Volumen (cm ³):	59.66	59.66	59.66

ENSAYO	Humedad inicial (%):	14.8	14.2	12.4
	Humedad final (%):	34.6	30.4	26.8
	Densidad natural (gr/cm ³):	1.81	1.86	1.84
	Densidad seca (gr/cm ³):	1.58	1.63	1.63
	Tensión normal (Kpa):	100	200	300
	Tensión de rotura (Kp/cm ²):	1.17	1.56	2.60
	Desplazamiento en tensión máxima (mm):	6.75	7.21	6.01



COHESIÓN (Kp/cm²): 0.36

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO 35.4


 Samuel Cerqueira Mallo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO


 Norberto Saiz Ruiz
 JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de [enmacosa consultoría técnica](http://www.enmacosa.com).

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

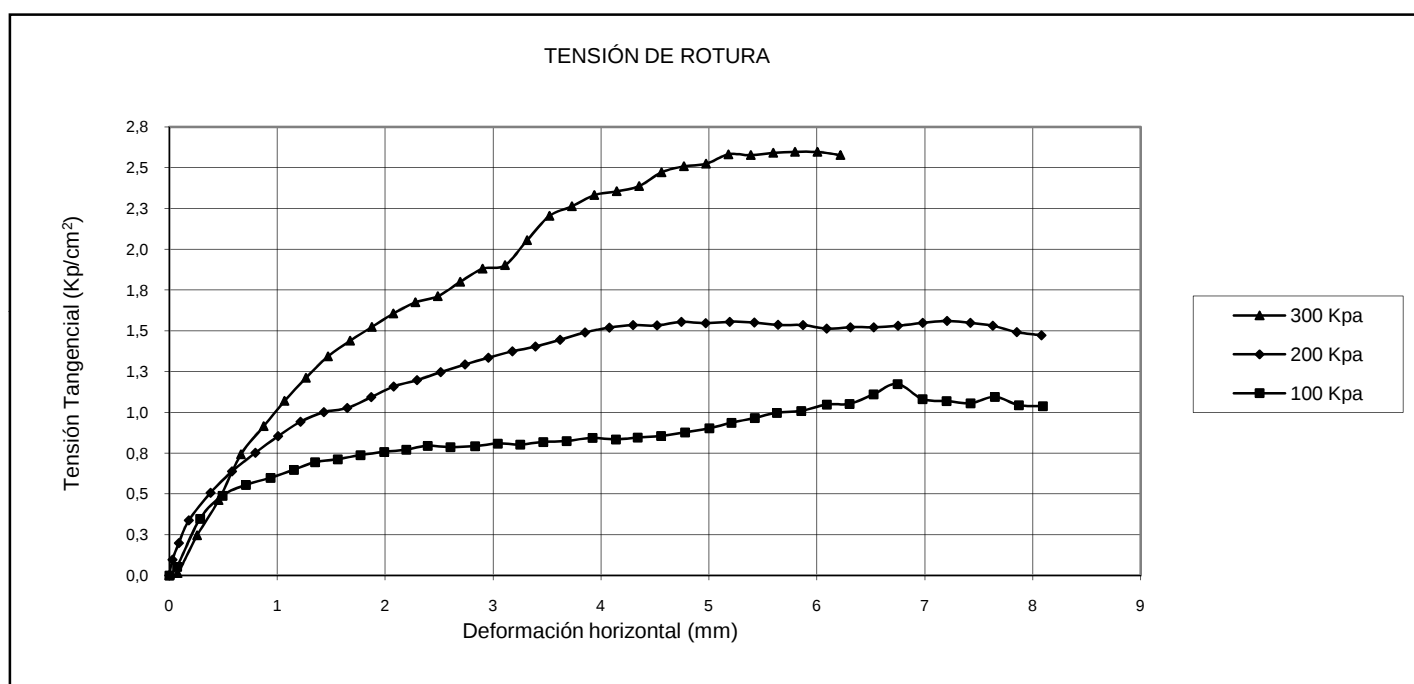
MUESTRA N°	99 123937	FECHA ENTRADA	05/08/2016	Página 2 de 3
------------	-----------	---------------	------------	---------------

REFERENCIA:	C-128229	LOCALIZACIÓN MUESTRA	SONDEO S-5
PETICIONARIO:	IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.	PROFUNDIDAD:	7.10 - 7.62 m
OBRA:	PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES	FECHA DE TOMA:	05/08/2016
SITUACIÓN:	SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA		
TIPO DE MUESTRA:	MUESTA INALTERADA - 1		

MUESTA INALTERADA - 1

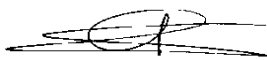
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

TIPO DE ENSAYO:	CD	TIPO DE PROBETA:	INALTERADA
-----------------	----	------------------	------------



PROBETA N°:	1	2	3
Tensión de rotura (Kp/cm²):	1.17	1.56	2.60
Desplazamiento en tensión máxima (mm):	6.75	7.21	6.01

Observaciones:


 Samuel Cerqueira Mallo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO


 Norberto Saiz Ruiz
 JEFE AREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

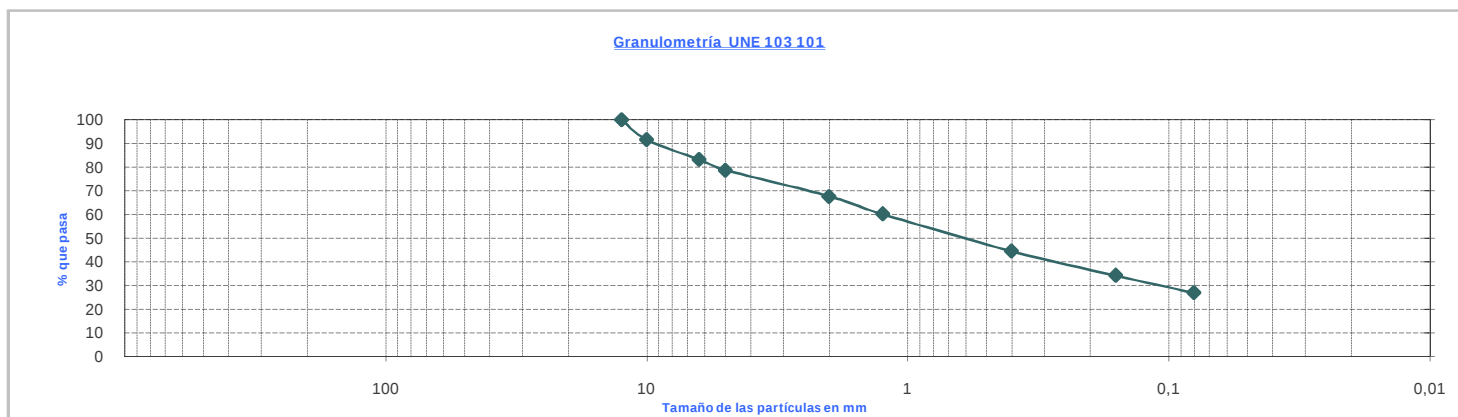
Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº: **99 123937** FECHA DE ENTRADA: **05/08/2016** Página 3 de 3

REFERENCIA: **C-128229** LOCALIZACIÓN: **SONDEO S-5**
 PETICIONARIO: **IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.** PROFUNDIDAD: **7.10 - 7.62 m**
 OBRA: **PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES** FECHA DE TOMA: **05/08/2016**
 SITUACIÓN: **SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA**
 TIPO DE MUESTRA: **MUESTA INALTERADA - 1**

RESULTADO DE LOS ENSAYOS



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
% PASA								100	91	83	79	68	60	44	34	26.9

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido	35.0
		Límite Plástico	25.7
		Índice de Plasticidad	9.3
Densidad de un suelo	UNE 103 301	Densidad Húmeda	2.19 g/cm ³
		Densidad seca	1.98 g/cm ³

Agresividad de suelo frente al hormigón (EHE) Débil Medio Fuerte

Contenido de sulfatos UNE 83963 27.2 mg/kg 2000 a 3000 3000 a 12000 > 12000

Acidez Baumann-Gully UNE 83962 76.9 ml/kg > 200

GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN **NO AGRESIVO**

Observaciones:

Mos, 23 de agosto de 2016


 Samuel Cerqueira Mallo
 DIRECTOR DE LABORATORIO


 Norberto Saiz Ruiz
 JEFE DE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº	99 123833	FECHA ENTRADA	01/08/2016	Página 1 de 3
------------	-----------	---------------	------------	---------------

REFERENCIA: C-128229 LOCALIZACIÓN MUESTRA: SONDEO S-2
 PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A. PROFUNDIDAD: 1,80 - 2,40 m
 OBRA: PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES FECHA DE TOMA: 01/08/2016
 SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA
 TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

MUESTA INALTERADA - 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE EN 103 401)

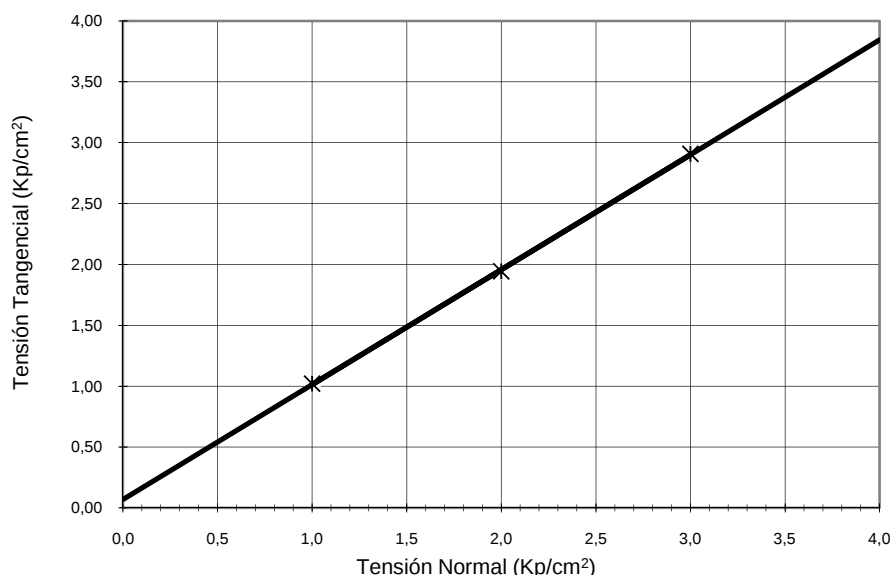
TIPO DE ENSAYO: CD TIPO DE PROBETA: INALTERADA

PROBETA Nº	1	2	3
------------	---	---	---

DIMENSIONES	Diámetro (mm):	49.90	49.90	49.90
	Altura (mm):	30.50	30.50	30.50
	Area (cm ²):	19.56	19.56	19.56
	Volumen (cm ³):	59.66	59.66	59.66

ENSAYO	Humedad inicial (%):	8.5	11.0	8.2
	Humedad final (%):	20.8	25.3	20.9
	Densidad natural (gr/cm ³):	1.89	1.99	1.88
	Densidad seca (gr/cm ³):	1.74	1.79	1.74
	Tensión normal (Kpa):	100	200	300
	Tensión de rotura (Kp/cm ²):	1.02	1.94	2.91
	Desplazamiento en tensión máxima (mm):	4.35	4.46	7.84

TENSIÓN NORMAL / TENSIÓN TANGENCIAL



COHESIÓN (Kp/cm²): 0.07

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERN C 43.4


 Samuel Cerqueira Mallo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO


 Norberto Saiz Ruiz
 JEFE ÁREA GTL

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de [enmacosa consultoría técnica](http://www.enmacosa.com).

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº	99 123833	FECHA ENTRADA	01/08/2016	Página 2 de 3
------------	-----------	---------------	------------	---------------

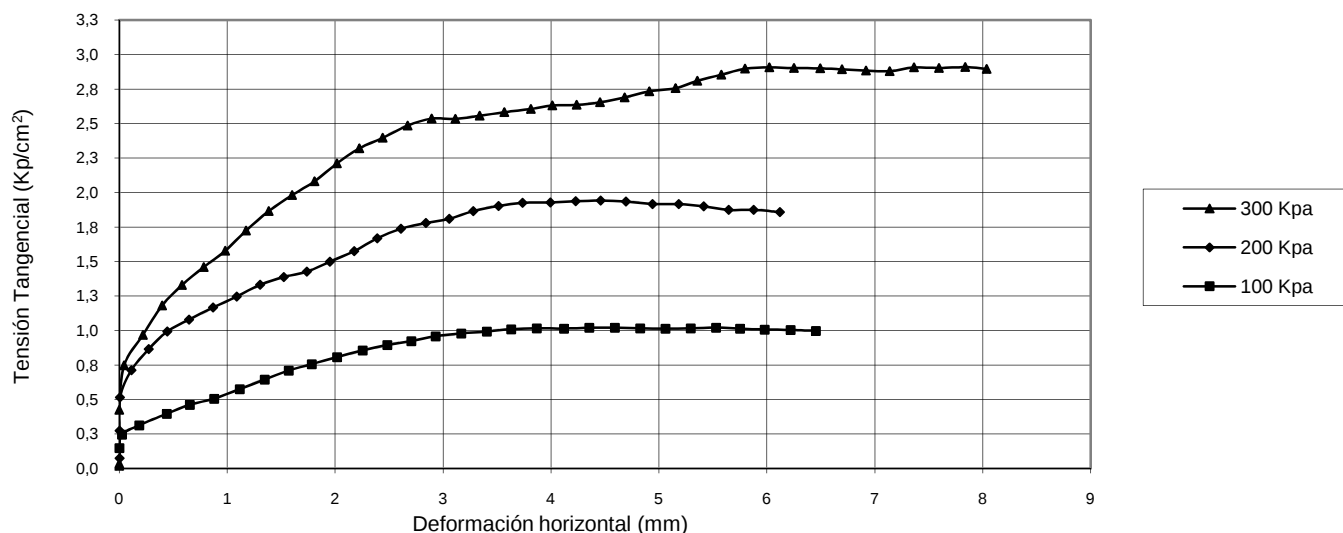
REFERENCIA: C-128229 LOCALIZACIÓN MUESTRA SONDEO S-2
 PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A. PROFUNDIDAD: 1,80 - 2,40 m
 OBRA: PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES FECHA DE TOMA: 01/08/2016
 SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA
 TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

MUESTA INALTERADA - 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

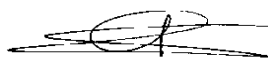
TIPO DE ENSAYO: CD TIPO DE PROBETA: INALTERADA

TENSIÓN DE ROTURA



PROBETA Nº:	1	2	3
Tensión de rotura (Kp/cm²):	1.02	1.94	2.91
Desplazamineto en tensión máxima (mm):	4.35	4.46	7.84

Observaciones:


 Samuel Cerqueira Mallo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO


 Norberto Saiz Ruiz
 JEFE AREA GTL

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA N°:	99 123833	FECHA DE ENTRADA:	01/08/2016	Página 3 de 3
-------------	-----------	-------------------	------------	---------------

REFERENCIA: C-128229

PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.

OBRA: **PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES**

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA

TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

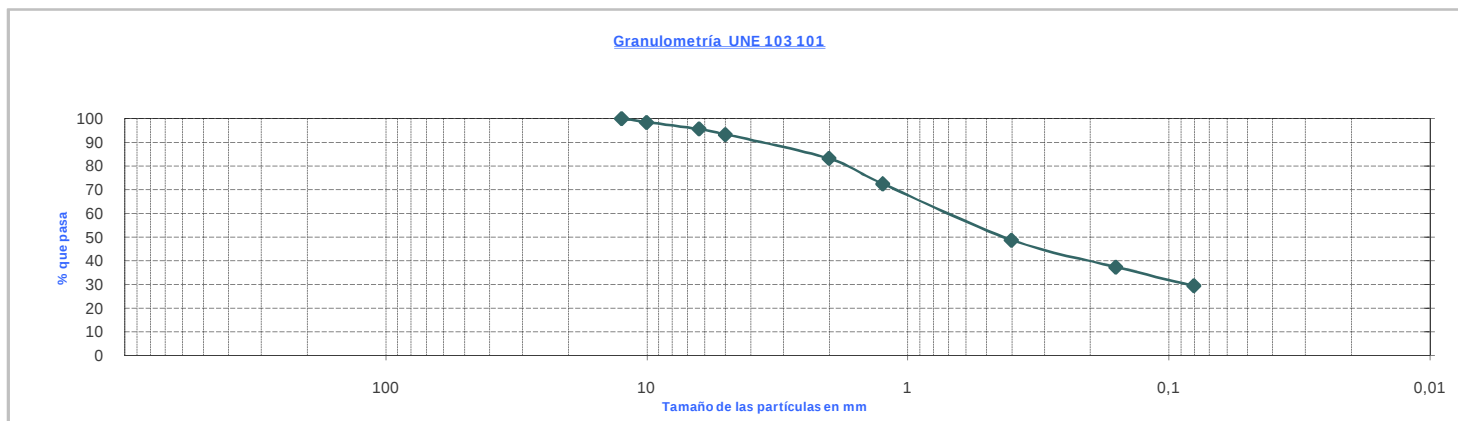
LOCALIZACIÓN: SONDEO S-2

PROFUNDIDAD: 1,80 - 2,40 m

FECHA DE TOMA: 01/08/2016

MUESTA INALTERADA - 1

RESULTADO DE LOS ENSAYOS



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
% PASA								100	98	96	93	83	72	49	37	29.4

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido	27.8
		Límite Plástico	NO
		Índice de Plasticidad	0
Densidad de un suelo	UNE 103 301	Densidad Húmeda	2.26 g/cm³
		Densidad seca	2.03 g/cm³
Humedad Natural (%)	UNE 103 300	11.4%	

Agresividad de suelo frente al hormigón (EHE)

Débil Medio Fuerte

Contenido de sulfatos	UNE 83963	32.1 mg/kg	2000 a 3000 3000 a 12000 > 12000
Acidez Baumann-Gully	UNE 83962	180.0 ml/kg	> 200

GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

NO AGRESIVO

Observaciones:

Mos. 23 de agosto de 2016


Samuel Cerqueira Mallo
DIRECTOR DE LABORATORIO


Norberto Saiz Ruiz
JEFE DE ÁREA (GT)

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA N°	99 123832	FECHA ENTRADA	01/08/2016	Página 1 de 3
------------	-----------	---------------	------------	---------------

REFERENCIA: C-128229

LOCALIZACIÓN MUESTRA: SONDEO S-1

PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.

PROFUNDIDAD: 4,20 - 4,80 m

OBRA: PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES

FECHA DE TOMA: 01/08/2016

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA

TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

MUESTA INALTERADA - 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE EN 103 401)

TIPO DE ENSAYO: CD

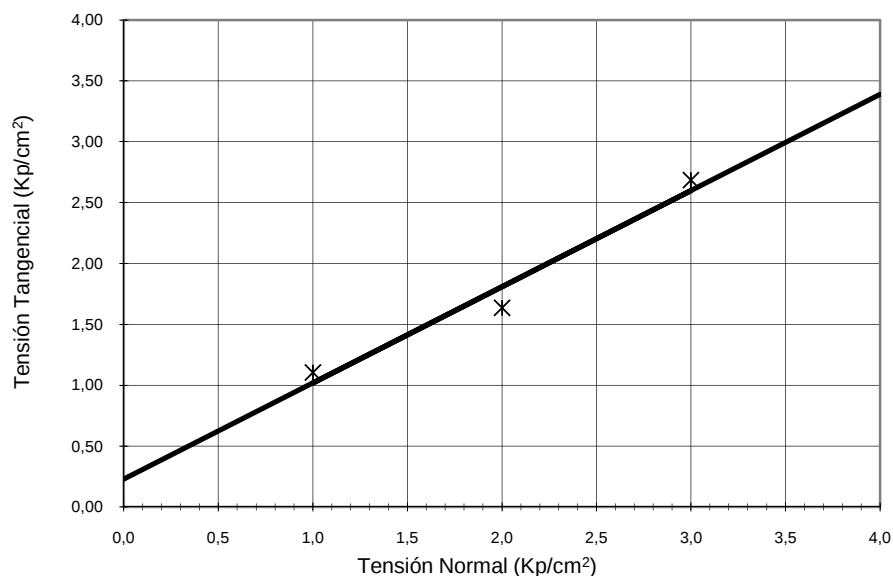
TIPO DE PROBETA: INALTERADA

PROBETA N°	1	2	3
------------	---	---	---

DIMENSIONES	Diámetro (mm):	49,90	49,90	49,90
	Altura (mm):	30,50	30,50	30,50
	Area (cm ²):	19,56	19,56	19,56
	Volumen (cm ³):	59,66	59,66	59,66

ENSAYO	Humedad inicial (%):	16,9	17,0	17,5
	Humedad final (%):	44,3	42,4	41,5
	Densidad natural (gr/cm ³):	1,64	1,77	1,68
	Densidad seca (gr/cm ³):	1,40	1,51	1,43
	Tensión normal (Kpa):	100	200	300
	Tensión de rotura (Kp/cm ²):	1,10	1,64	2,68
	Desplazamiento en tensión máxima (mm):	3,24	4,22	2,44

TENSIÓN NORMAL / TENSIÓN TANGENCIAL



COHESIÓN (Kp/cm²): 0,23

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNOC 38,3


Samuel Cerqueira Mallo
DIRECTOR DEL LABORATORIO


Norberto Saiz Ruiz
JEFE ÁREA GTL

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de [enmacosa consultoría técnica](http://www.enmacosa.com).

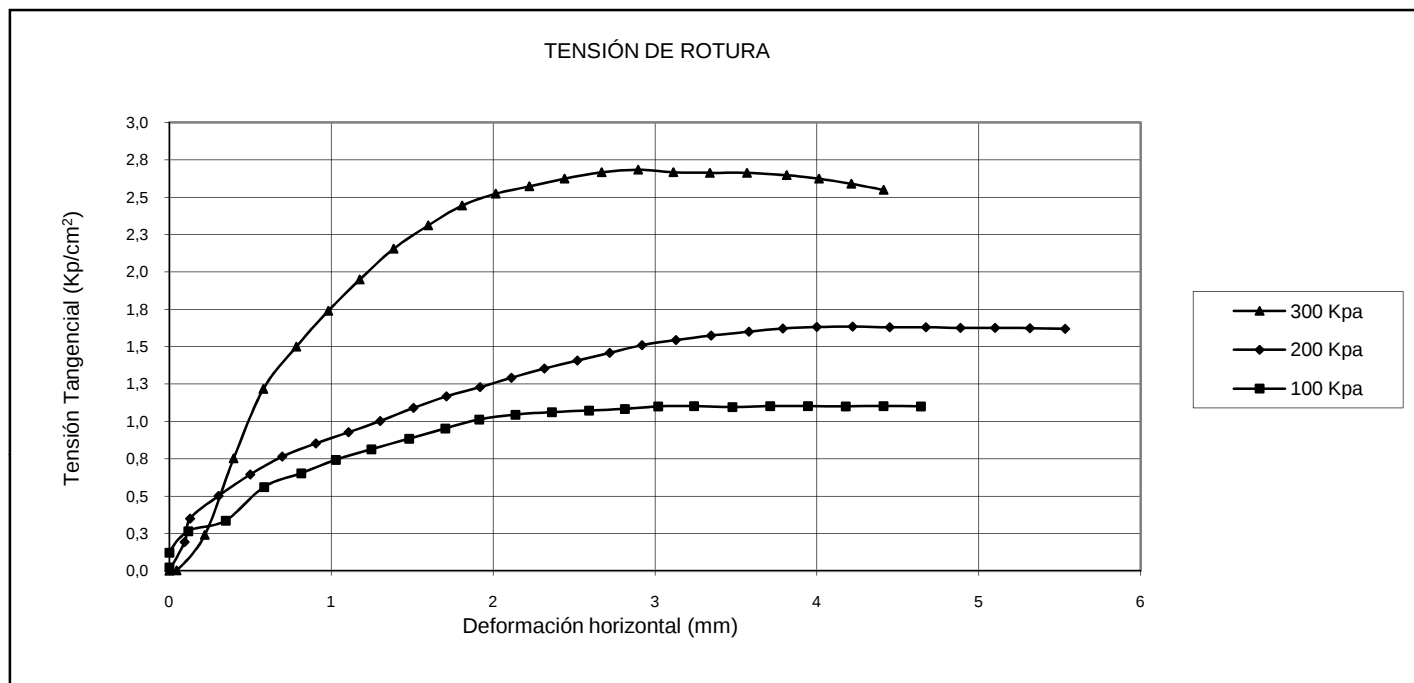
MUESTRA N°	99 123832	FECHA ENTRADA	01/08/2016	Página 2 de 3
------------	-----------	---------------	------------	---------------

REFERENCIA: C-128229 LOCALIZACIÓN MUESTRA SONDEO S-1
 PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A. PROFUNDIDAD: 4,20 - 4,80 m
 OBRA: PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES FECHA DE TOMA: 01/08/2016
 SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA
 TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

MUESTA INALTERADA - 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

TIPO DE ENSAYO: CD TIPO DE PROBETA: INALTERADA



PROBETA N°:	1	2	3
Tensión de rotura (Kp/cm²):	1.10	1.64	2.68
Desplazamiento en tensión máxima (mm):	3.24	4.22	2.90

Observaciones:


 Samuel Cerqueira Mallo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO


 Norberto Saiz Ruiz
 JEFE AREA GTL

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA N°:	99 123832	FECHA DE ENTRADA:	01/08/2016	Página 3 de 3
-------------	-----------	-------------------	------------	---------------

REFERENCIA: C-128229

PETICIONARIO: IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, S.A.

OBRA: **PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES**

SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA

TIPO DE MUESTRA: MUESTA INALTERADA - 1

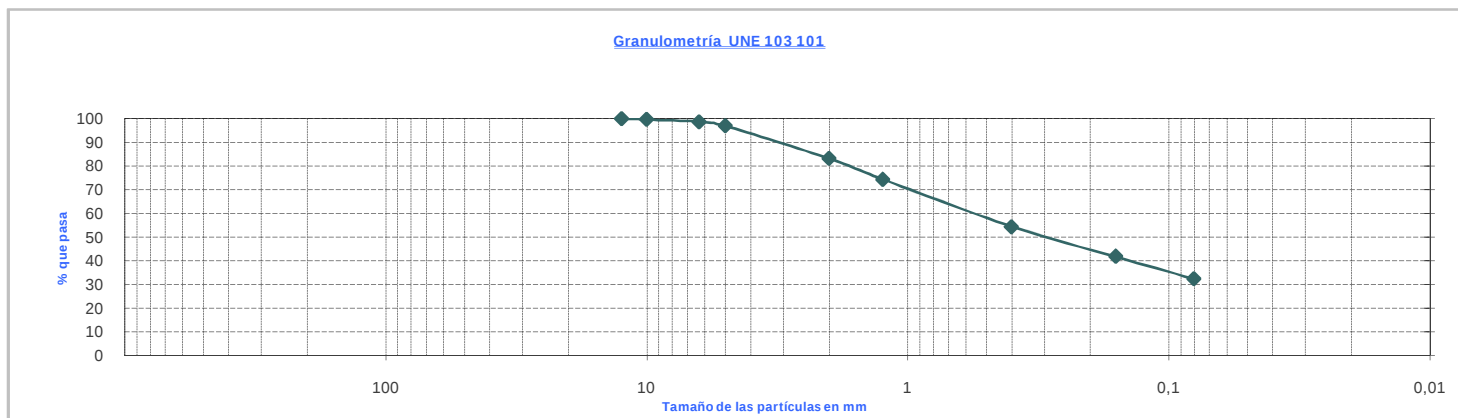
LOCALIZACIÓN: SONDEO S-1

PROFUNDIDAD: 4,20 - 4,80 m

FECHA DE TOMA: 01/08/2016

MUESTA INALTERADA - 1

RESULTADO DE LOS ENSAYOS



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
% PASA								100	99	99	97	83	74	54	42	32,3

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido	NO
		Límite Plástico	NO
		Índice de Plasticidad	N.P.
Densidad de un suelo	UNE 103 301	Densidad Húmeda	1,98 g/cm³
		Densidad seca	1,67 g/cm³
Humedad Natural (%)	UNE 103 300	19,0%	

Agresividad de suelo frente al hormigón (EHE)

Débil Medio Fuerte

Contenido de sulfatos	UNE 83963	27,2 mg/kg	2000 a 3000 3000 a 12000 > 12000
Acidez Baumann-Gully	UNE 83962	257,4 ml/kg	> 200

GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

DÉBIL

Observaciones:

Mos. 23 de agosto de 2016


Samuel Cerqueira Mallo
DIRECTOR DE LABORATORIO


Norberto Saiz Ruiz
JEFE DE ÁREA (GT)

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº 99 123931 **FECHA ENTRADA:** 05/08/2016 Pagina 1 de 1

REFERENCIA: C-128229 TIPO DE MUESTRA: AGUA
 PETICIONARIO: IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A. FECHA DE TOMA: 05/08/2016
 OBRA: PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES
 SITUACIÓN: SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA
 ZONA DE TOMA: SONDEO S-8

AGUA

AGUA

Ensayo	Norma	Resultado	Clasificación grado de agresividad		
			Debil	Medio	Fuerte
Valor del pH	UNE 83952	8,57	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	UNE 83954	< 2,0	15 - 30	30 - 60	> 60
Residuo Seco (mg/l)	UNE 83957	199,2	75 - 150	50 - 75	< 50
Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	UNE 83956	61,0	200 - 600	600 - 3000	> 3000
Magnesio (Mg ₂ ⁺) (mg/l)	UNE 83955	< 5	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
Diox. Carb (CO ₂) (mg/l)	EN 13577	3,3	15 - 40	40 - 100	> 100

GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

NO AGRESIVA

Observaciones:

Mos, 22 de agosto de 2016



Samuel Cerqueira Mallo
DIRECTOR DEL LABORATORIO



Nicolás Barros Fondevila
JEFE DE ÁREA (EH)

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº	99 123930	FECHA ENTRADA: 05/08/2016	Página 1 de 1
-------------------	------------------	----------------------------------	----------------------

REFERENCIA:	C-128229	TIPO DE MUESTRA:	AGUA
PETICIONARIO:	IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.	FECHA DE TOMA:	05/08/2016
OBRA:	PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES		
SITUACIÓN:	SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA		
ZONA DE TOMA:	SONDEO S-4	AGUA	

AGUA

Ensayo	Norma	Resultado	Clasificación grado de agresividad		
			Debil	Medio	Fuerte
Valor del pH	UNE 83952	8,38	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	UNE 83954	< 2,0	15 - 30	30 - 60	> 60
Residuo Seco (mg/l)	UNE 83957	673,6	75 - 150	50 - 75	< 50
Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	UNE 83956	76,0	200 - 600	600 - 3000	> 3000
Magnesio (Mg ₂ ⁺) (mg/l)	UNE 83955	9,4	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
Diox. Carb (CO ₂) (mg/l)	EN 13577	4,4	15 - 40	40 - 100	> 100

GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

NO AGRESIVA

Observaciones:

Mos, 22 de agosto de 2016



Samuel Cerqueira Mallo
DIRECTOR DEL LABORATORIO



Nicolás Barros Fondevila
JEFE DE ÁREA (EH)

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº	99 123929	FECHA ENTRADA: 05/08/2016	Pagina 1 de 1
-------------------	------------------	----------------------------------	----------------------

REFERENCIA:	C-128229	TIPO DE MUESTRA:	AGUA
PETICIONARIO:	IDOM INGENIERIA Y CONSULTORIA, S.A.	FECHA DE TOMA:	05/08/2016
OBRA:	PROYECTO EJECUCIÓN ESTACIÓN DE AUTOBUSES		
SITUACIÓN:	SANTIAGO DE COMPOSTELA - A CORUÑA		
ZONA DE TOMA:	SONDEO S-3	AGUA	

AGUA

Ensayo	Norma	Resultado	Clasificación grado de agresividad		
			Debil	Medio	Fuerte
Valor del pH	UNE 83952	7,47	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	UNE 83954	< 2,0	15 - 30	30 - 60	> 60
Residuo Seco (mg/l)	UNE 83957	186,3	75 - 150	50 - 75	< 50
Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	UNE 83956	85,0	200 - 600	600 - 3000	> 3000
Magnesio (Mg ₂ ⁺) (mg/l)	UNE 83955	< 5,0	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
Diox. Carb (CO ₂) (mg/l)	EN 13577	11,0	15 - 40	40 - 100	> 100

GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

NO AGRESIVA

Observaciones:

Mos, 22 de agosto de 2016



Samuel Cerqueira Mallo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

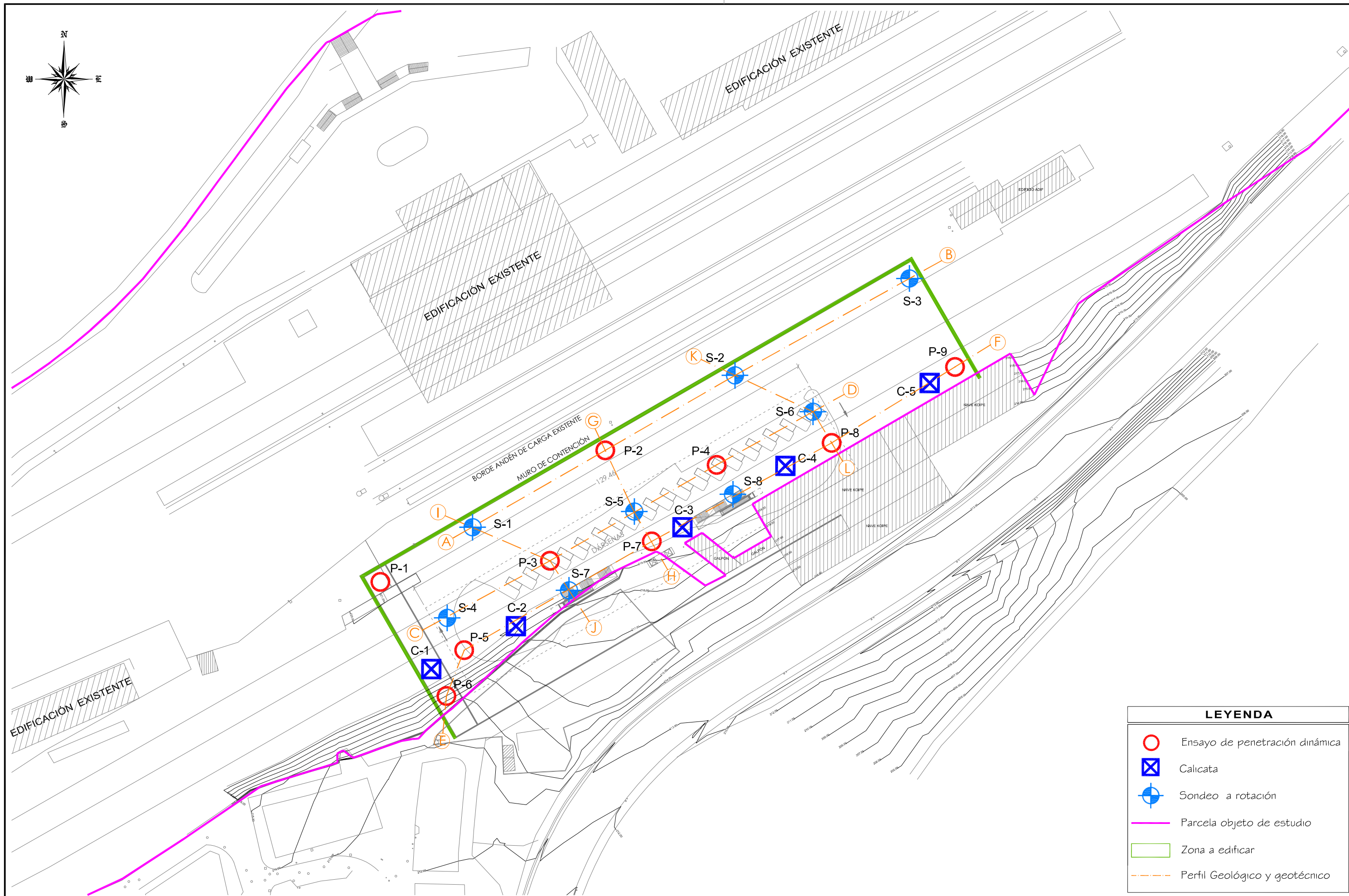


Nicolás Barros Fondevila
JEFE DE ÁREA (EH)

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica

ANEJO 6:

PERFILES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICOS



LEYENDA

Ensayo de penetración dinámica

Galicata

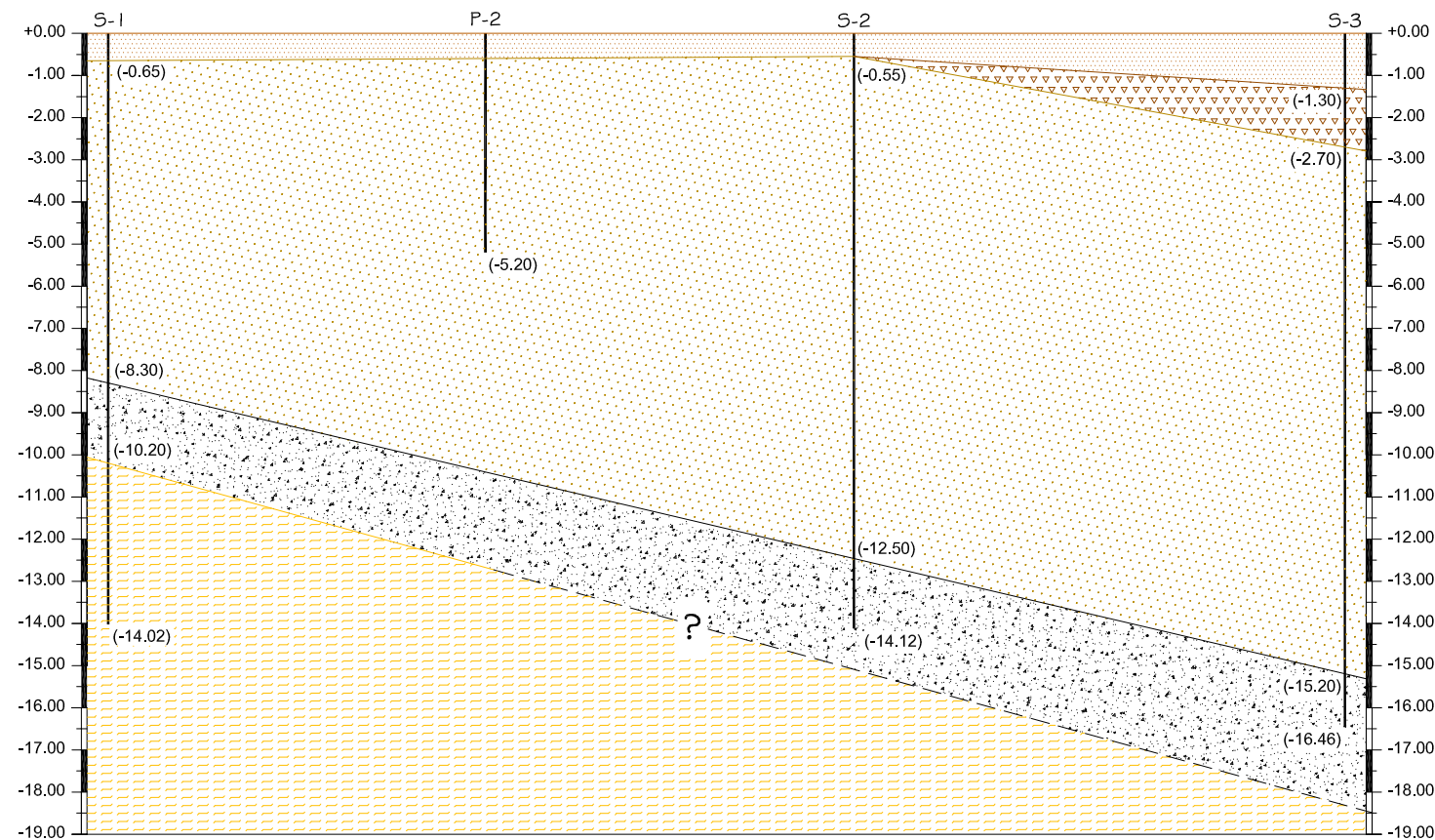
Sondeo a rotación

Parcela objeto de estudio

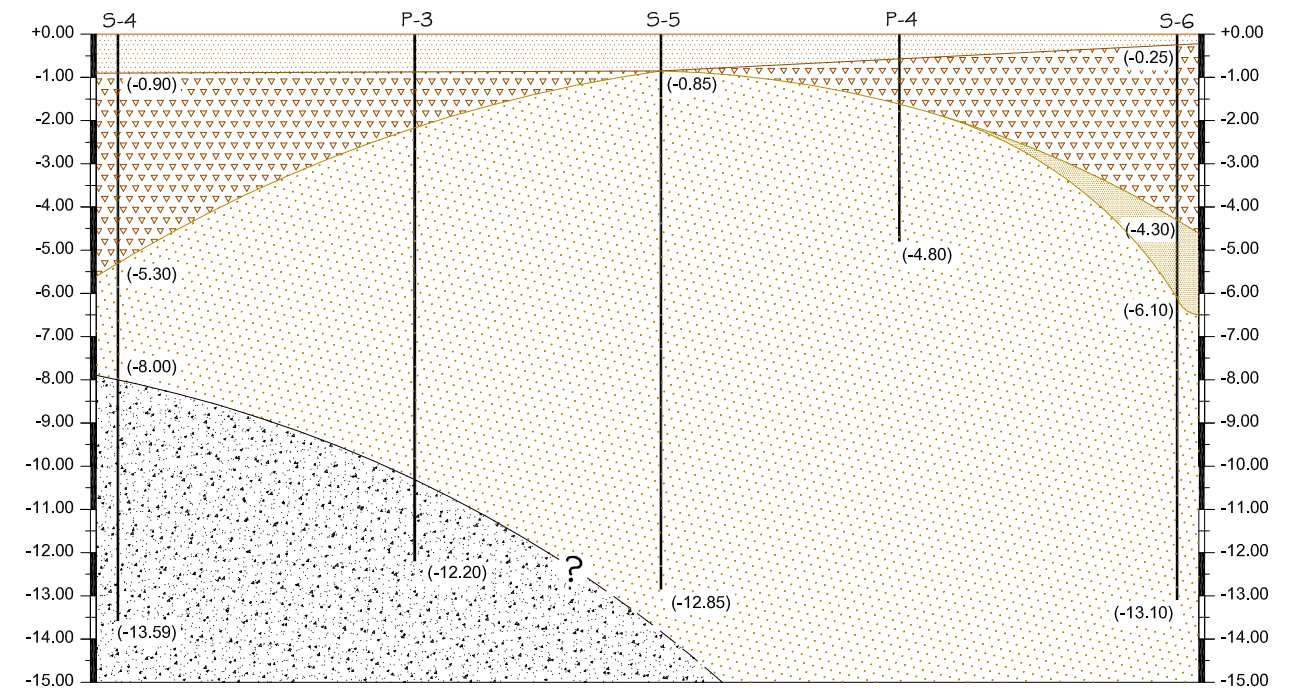
Zona a edificar

Perfil Geológico y geotécnico

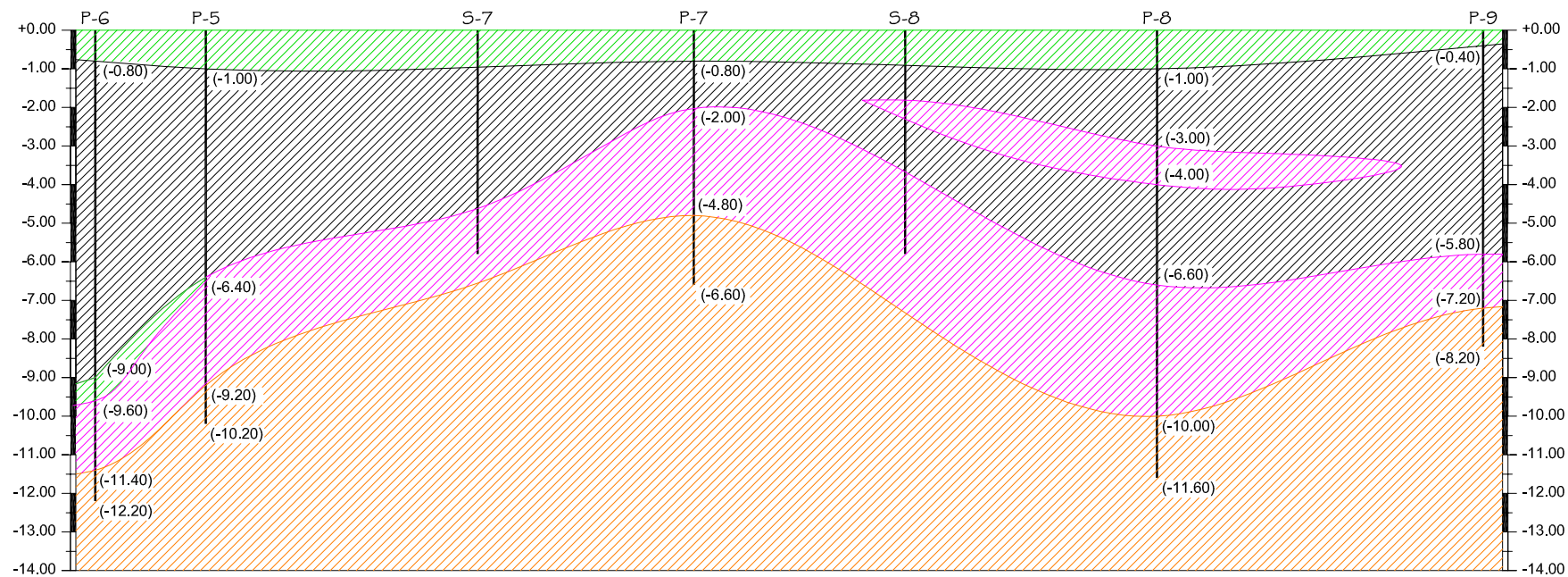
PERFIL GEOLÓGICO A-B



PERFIL GEOLÓGICO C-D



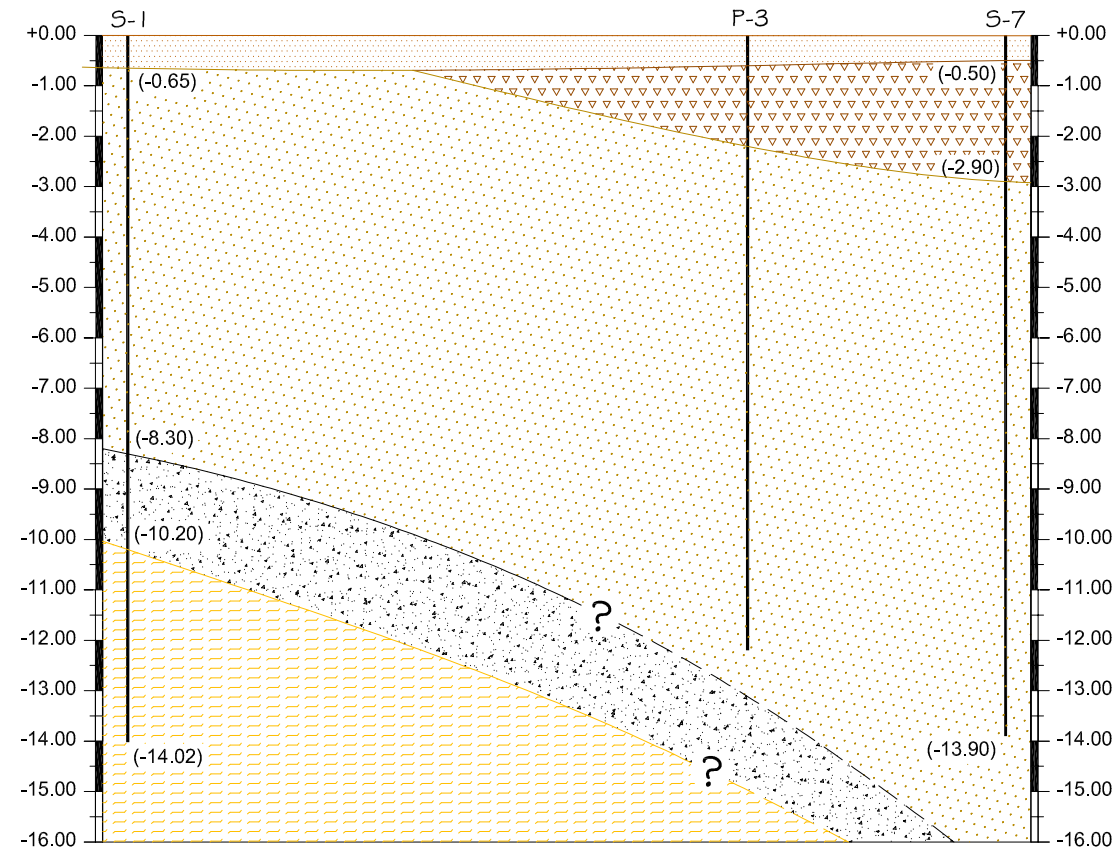
PERFIL GEOTÉCNICO E-F



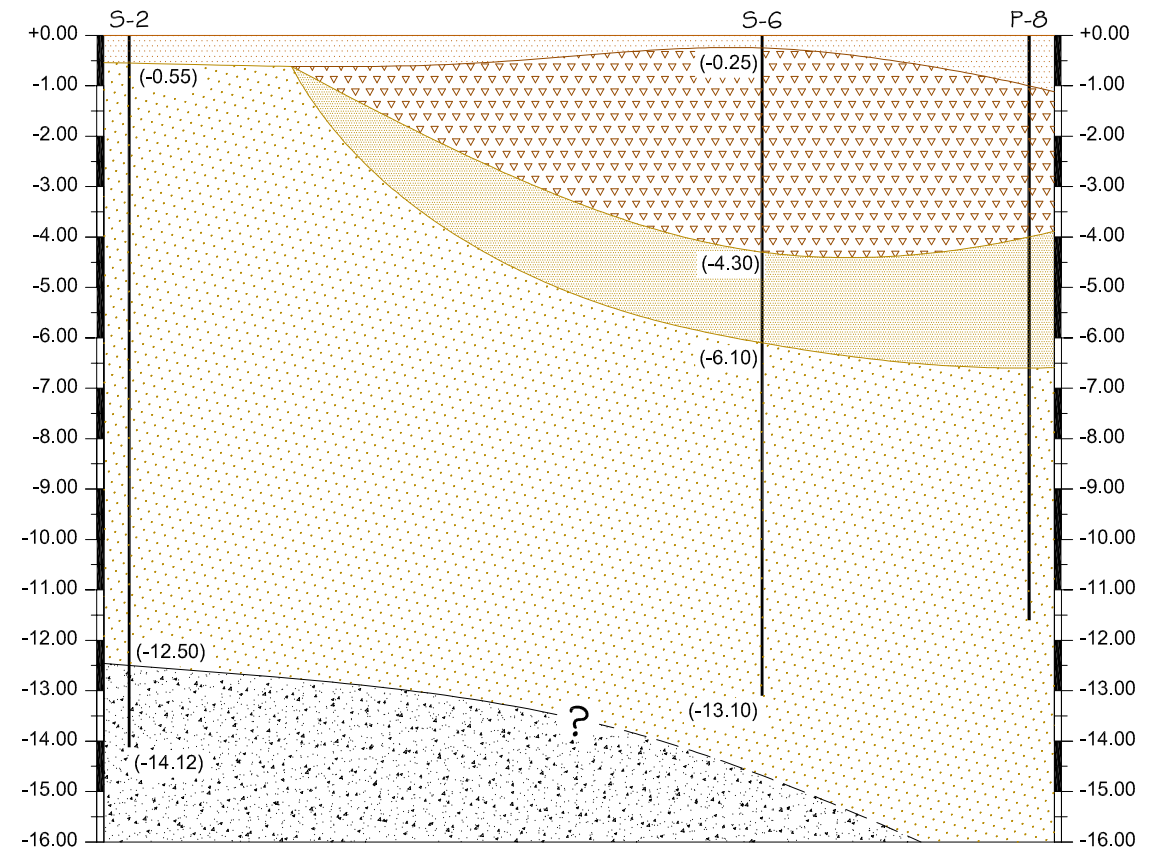
LEYENDA

	Relleno superficial		Suelo muy suelto
	Tierra vegetal		Suelo suelto - medio
	Relleno - Terraplen		Suelo medio - denso
	Esquisto - Neis alterado grado V		Suelo muy denso
	Esquisto - Neis alterado grado IV		
	Esquisto - Neis alterado grado III		

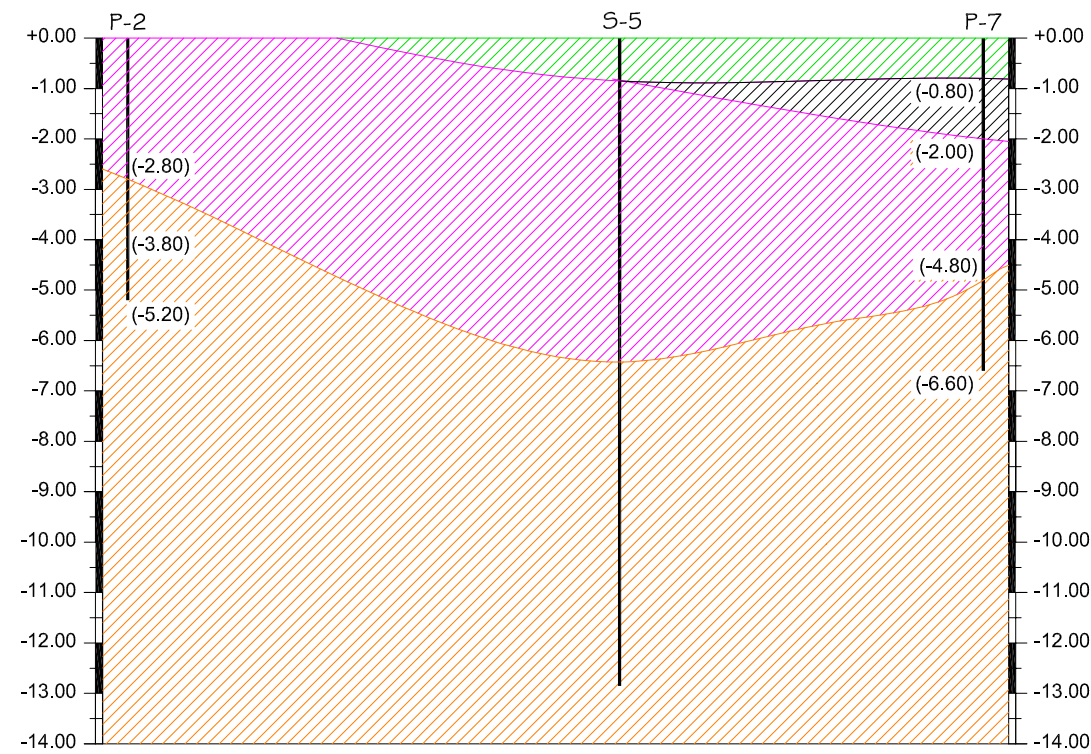
PERFIL GEOLÓGICO I-J



PERFIL GEOLÓGICO K-L



PERFIL GEOTÉCNICO G-H



LEYENDA

	Relleno superficial		Suelo muy suelto
	Tierra vegetal		Suelo suelto - medio
	Relleno - Terraplen		Suelo medio - denso
	Esquisto - Neis alterado grado V		Suelo muy denso
	Esquisto - Neis alterado grado IV		
	Esquisto - Neis alterado grado III		

ANEJO 7:
CÁLCULO DE ASIENTOS

		TENSION											
		0.00 Kg/cm²											
L A R G O	ANCHO (m)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	1.00	####							####	####	####	####	
	1.50	####	####						####	####	####	####	
	2.00	####	####	####					####	####	####	####	
	2.50	####	####	####	####				####	####	####	####	
	3.00	####	####	####	####	####			####	####	####	####	
	3.50	####	####	####	####	####	####		####	####	####	####	
	4.00	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	
	10.00	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	
	15.00	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	
(m)	20.00	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	
	0.00								####	####	####	####	
	0.00								####	####	####	####	



CALCULO DE ASIENTOS SEGÚN SCHMERTMANN

(1970)

ESTACION AUTOBUSES SANTIAGO

ESTACION AUTOBUSES SANTIAGO

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:

$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{q_0}{q_{net}} (\geq 0.5)$

Coefficiente corrector en función de la profundidad del plano de cimentación.

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

$C_2 = 1.0 + 0.2 \cdot \log \left(\frac{T(\text{años})}{0.1} \right)$

Coefficiente corrector que tiene en cuenta las deformaciones lentas.

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

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

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

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

Δz : Espesor de la capa considerada

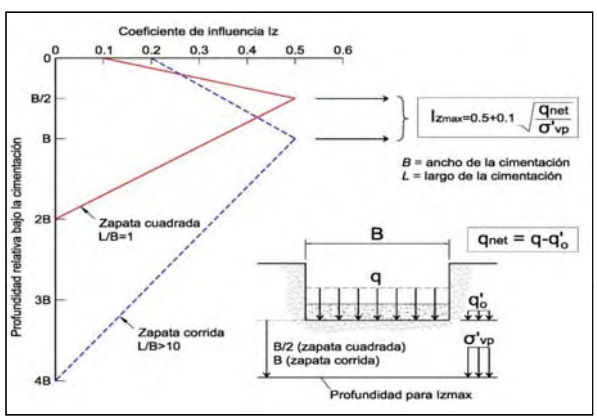
E : Módulo de deformación. Puede estimarse por:

$E = 2.5 \cdot q_c$ zapatas cuadradas o circulares

$E = 3.5 \cdot q_c$ 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:

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



Cálculos

Para la realización de los siguientes cálculos se han considerado los golpes obtenidos en el ensayo de penetración dinámica P3, así como los siguientes valores de cálculo:

Cota de inicio del ensayo (m): 0,00

Cota de apoyo de la cimentación (m): -8,40

Canto de la cimentacion (m): 0,50

Densidad del suelo (gr/cm³): 1,90

Profundidad del Nivel Freático (m): 2,00

Asiento a lo largo del tiempo (años): 10

TENSIÓN

2,00 Kg/cm²

ANCHO (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,36							#####	#####	#####	#####
1,50	1,36	1,62						#####	#####	#####	#####
2,00	1,37	1,62	1,76					#####	#####	#####	#####
2,50	1,37	1,62	1,76	1,84				#####	#####	#####	#####
3,00	1,38	1,61	1,75	1,83	1,89			#####	#####	#####	#####
3,50	1,38	1,61	1,74	1,82	1,88	1,92		#####	#####	#####	#####
4,00	1,38	1,61	1,74	1,81	1,87	1,91	1,96	#####	#####	#####	#####
10,00	1,31	1,51	1,63	1,72	1,79	1,86	1,92	#####	#####	#####	#####
15,00	1,31	1,42	1,55	1,66	1,74	1,82	1,89	#####	#####	#####	#####
20,00	1,31	1,42	1,50	1,61	1,71	1,79	1,87	#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####

TENSIÓN

2,50 Kg/cm²

ANCHO (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,81							#####	#####	#####	#####
1,50	1,81	2,15						#####	#####	#####	#####
2,00	1,82	2,15	2,33					#####	#####	#####	#####
2,50	1,82	2,14	2,32	2,42				#####	#####	#####	#####
3,00	1,83	2,14	2,31	2,41	2,48			#####	#####	#####	#####
3,50	1,83	2,13	2,29	2,39	2,46	2,52		#####	#####	#####	#####
4,00	1,84	2,13	2,29	2,39	2,46	2,51	2,57	#####	#####	#####	#####
10,00	1,73	1,98	2,14	2,26	2,35	2,43	2,51	#####	#####	#####	#####
15,00	1,73	1,87	2,04	2,17	2,28	2,38	2,47	#####	#####	#####	#####
20,00	1,73	1,87	1,96	2,11	2,23	2,34	2,44	#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####

TENSIÓN

3,00 Kg/cm²

ANCHO (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	2,29							#####	#####	#####	#####
1,50	2,29	2,72						#####	#####	#####	#####
2,00	2,30	2,70	2,93					#####	#####	#####	#####
2,50	2,30	2,70	2,92	3,04				#####	#####	#####	#####
3,00	2,31	2,69	2,91	3,03	3,11			#####	#####	#####	#####
3,50	2,31	2,68	2,89	3,02	3,09	3,16		#####	#####	#####	#####
4,00	2,32	2,68	2,88	3,00	3,08	3,14	3,21	#####	#####	#####	#####
10,00	2,17	2,49	2,68	2,82	2,93	3,04	3,13	#####	#####	#####	#####
15,00	2,17	2,33	2,54	2,71	2,85	2,97	3,07	#####	#####	#####	#####
20,00	2,17	2,33	2,44	2,62	2,78	2,91	3,03	#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####

TENSIÓN

0,00 Kg/cm²

ANCHO (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	#####							#####	#####	#####	#####
1,50	#####	#####						#####	#####	#####	#####
2,00	#####	#####	#####					#####	#####	#####	#####
2,50	#####	#####	#####	#####				#####	#####	#####	#####
3,00	#####	#####	#####	#####	#####			#####	#####	#####	#####
3,50	#####	#####	#####	#####	#####	#####		#####	#####	#####	#####
4,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
10,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
15,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
20,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####

TENSIÓN

0,00 Kg/cm²

ANCHO (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	#####							#####	#####	#####	#####
1,50	#####	#####						#####	#####	#####	#####
2,00	#####	#####	#####					#####	#####	#####	#####
2,50	#####	#####	#####	#####				#####	#####	#####	#####
3,00	#####	#####	#####	#####	#####			#####	#####	#####	#####
3,50	#####	#####	#####	#####	#####	#####		#####	#####	#####	#####
4,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
10,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
15,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
20,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####

TENSIÓN

0,00 Kg/cm²

ANCHO (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	#####							#####	#####	#####	#####
1,50	#####	#####						#####	#####	#####	#####
2,00	#####	#####	#####					#####	#####	#####	#####
2,50	#####	#####	#####	#####				#####	#####	#####	#####
3,00	#####	#####	#####	#####	#####			#####	#####	#####	#####
3,50	#####	#####	#####	#####	#####	#####		#####	#####	#####	#####
4,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
10,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
15,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
20,00	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####
0,00								#####	#####	#####	#####



CALCULO DE ASIENTOS SEGÚN SCHMERTMANN

(1970)

ESTACION AUTOBUSES SANTIAGO

ESTACION AUTOBUSES SANTIAGO

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:

$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{q_0}{q_{net}} (\geq 0.5)$

Coefficiente corrector en función de la profundidad del plano de cimentación.

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

$C_2 = 1.0 + 0.2 \cdot \log \left(\frac{T(\text{años})}{0.1} \right)$

Coefficiente corrector que tiene en cuenta las deformaciones lentas.

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

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

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

Δz : Espesor de la capa considerada

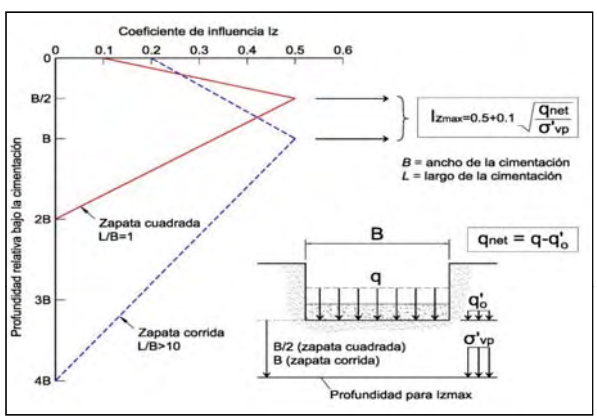
E : Módulo de deformación. Puede estimarse por:

$E = 2.5 \cdot q_c$ zapatas cuadradas o circulares

 $E = 3.5 \cdot q_c$ 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:

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



Cálculos

Para la realización de los siguientes cálculos se han considerado los golpes obtenidos en el ensayo de penetración dinámica P5, así como los siguientes valores de cálculo:

Cota de inicio del ensayo (m):

0,00

Cota de apoyo de la cimentación (m):

-8,50

Canto de la cimentacion (m):

0,50

Densidad del suelo (gr/cm³):

1,90

Profundidad del Nivel Freático (m):

2,00

Asiento a lo largo del tiempo (años):

10

TENSIÓN

ANCHO (m)

1,00

1,50

2,00

2,50

3,00

3,50

4,00

0,00

0,00

0,00

0,00

2,00 Kg/cm²

1,00

0,71

#####

#####

#####

#####

L

A

R

G

O

(m)

2,50

0,69

0,77

0,84

0,91

#####

#####

#####

#####

3,00

0,68

0,77

0,84

0,91

0,98

#####

#####

#####

#####

3,50

0,68

0,76

0,84

0,91

0,98

1,06

#####

#####

#####

#####

4,00

0,68

0,76

0,84

0,91

0,98

1,06

1,15

#####

#####

#####

#####

10,00

0,63

0,74

0,84

0,93

1,02

1,11

1,20

#####

#####

#####

#####

15,00

0,63

0,75

0,86

0,96

1,05

1,15

1,24

#####

#####

#####

#####

20,00

0,63

0,75

0,87

0,98

1,09

1,19

1,28

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

TENSIÓN

ANCHO (m)

1,00

1,50

2,00

2,50

3,00

3,50

4,00

0,00

0,00

0,00

0,00

2,50 Kg/cm²

1,00

0,94

#####

#####

#####

#####

L

A

R

G

O

(m)

2,50

0,91

1,02

1,10

1,19

#####

#####

#####

#####

3,00

0,91

1,01

1,10

1,19

1,29

#####

#####

#####

#####

3,50

0,90

1,01

1,10

1,20

1,29

1,39

#####

#####

#####

#####

4,00

0,90

1,01

1,10

1,20

1,29

1,40

1,50

#####

#####

#####

#####

10,00

0,83

0,98

1,11

1,22

1,34

1,45

1,57

#####

#####

#####

#####

15,00

0,83

0,98

1,12

1,25

1,38

1,50

1,62

#####

#####

#####

#####

20,00

0,83

0,98

1,14

1,29

1,42

1,55

1,67

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

TENSIÓN

ANCHO (m)

1,00

1,50

2,00

2,50

3,00

3,50

4,00

0,00

0,00

0,00

0,00

3,00 Kg/cm²

1,00

1,19

#####

#####

#####

#####

L

A

R

G

O

(m)

2,50

1,15

1,28

1,39

1,50

#####

#####

#####

#####

3,00

1,14

1,28

1,39

1,50

1,61

#####

#####

#####

#####

3,50

1,14

1,27

1,39

1,50

1,62

1,74

#####

#####

#####

#####

4,00

1,13

1,27

1,38

1,50

1,62

1,75

1,88

#####

#####

#####

#####

10,00

1,04

1,23

1,38

1,53

1,67

1,82

1,96

#####

#####

#####

#####

15,00

1,04

1,22

1,40

1,56

1,72

1,87

2,02

#####

#####

#####

#####

20,00

1,04

1,22

1,43

1,60

1,77

1,93

2,08

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

TENSIÓN

ANCHO (m)

1,00

1,50

2,00

2,50

3,00

3,50

4,00

0,00

0,00

0,00

0,00

0,00 Kg/cm²

1,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

L

A

R

G

O

(m)

2,50

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

3,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

3,50

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

4,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

10,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

15,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

20,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

TENSIÓN

ANCHO (m)

1,00

1,50

2,00

2,50

3,00

3,50

4,00

0,00

0,00

0,00

0,00

0,00 Kg/cm²

1,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

L

A

R

G

O

(m)

2,50

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

3,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

3,50

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

4,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

10,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

15,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

20,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

TENSIÓN

ANCHO (m)

1,00

1,50

2,00

2,50

3,00

3,50

4,00

0,00

0,00

0,00

0,00

0,00 Kg/cm²

1,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

L

A

R

G

O

(m)

2,50

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

3,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

3,50

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

4,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

10,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

15,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

20,00

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

0,00

#####

#####

#####

#####

		TENSION											
		0.00 Kg/cm²											
L A R G O	ANCHO (m)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	1.00	####							####	####	####	####	
	1.50	####	####						####	####	####	####	
	2.00	####	####	####					####	####	####	####	
	2.50	####	####	####	####				####	####	####	####	
	3.00	####	####	####	####	####			####	####	####	####	
	3.50	####	####	####	####	####	####		####	####	####	####	
	4.00	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	
	10.00	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	
	15.00	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	
(m)	20.00	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	
	0.00								####	####	####	####	
	0.00										####	####	

ANEJO 6:

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Panorámica de los terrenos investigados



Emplazamiento sondeo S1



Emplazamiento sondeo S4



Emplazamiento sondeo S8



Ensayo de penetración dinámica P8



Ensayo de penetración dinámica P9



Emplazamiento calicata C5



Emplazamiento calicata C2