

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
	Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL] Inscrito con el nº : 1523 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE">http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE</a>

**ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO PARA  
 EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA NAVE INDUSTRIAL EN  
 SIDRA EL MAYADOR – BODEGAS EL MAYADOR**

**POLÍGONO INDUSTRIAL DE LA RASA**

**VILLAVICIOSA**

**REF: AS23-MCL-01**

**FEBRERO de 2.023**

---

**CLIENTE:** MEZOINGENIERÍA S.L.

**DIRECCIÓN:** Calle Smara 17, bajo; 33204 – Gijón.

**A/A:** Sr. D. Faustino Medio.

---

El presente informe contiene la exposición de los resultados de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio efectuados, así como, cuando proceda, las recomendaciones técnicas relativas a los trabajos desarrollados. Siguiendo la normativa correspondiente, los ensayos han sido efectuados directamente sobre los materiales objetos de estudio y/o sobre las muestras tomadas 'in situ', y/o sobre las muestras remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y aplicación de procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la zona, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Los resultados se consideran como propiedad del Cliente, y sin autorización previa, los autores del presente informe se abstendrán de comunicarlos a un tercero. Los autores del presente informe no se hacen responsables, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse en este documento, la reproducción parcial del cual está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento de los autores del presente informe, debiendo reflejarse en ella íntegramente todos los resultados obtenidos en los ensayos.



## INDICE

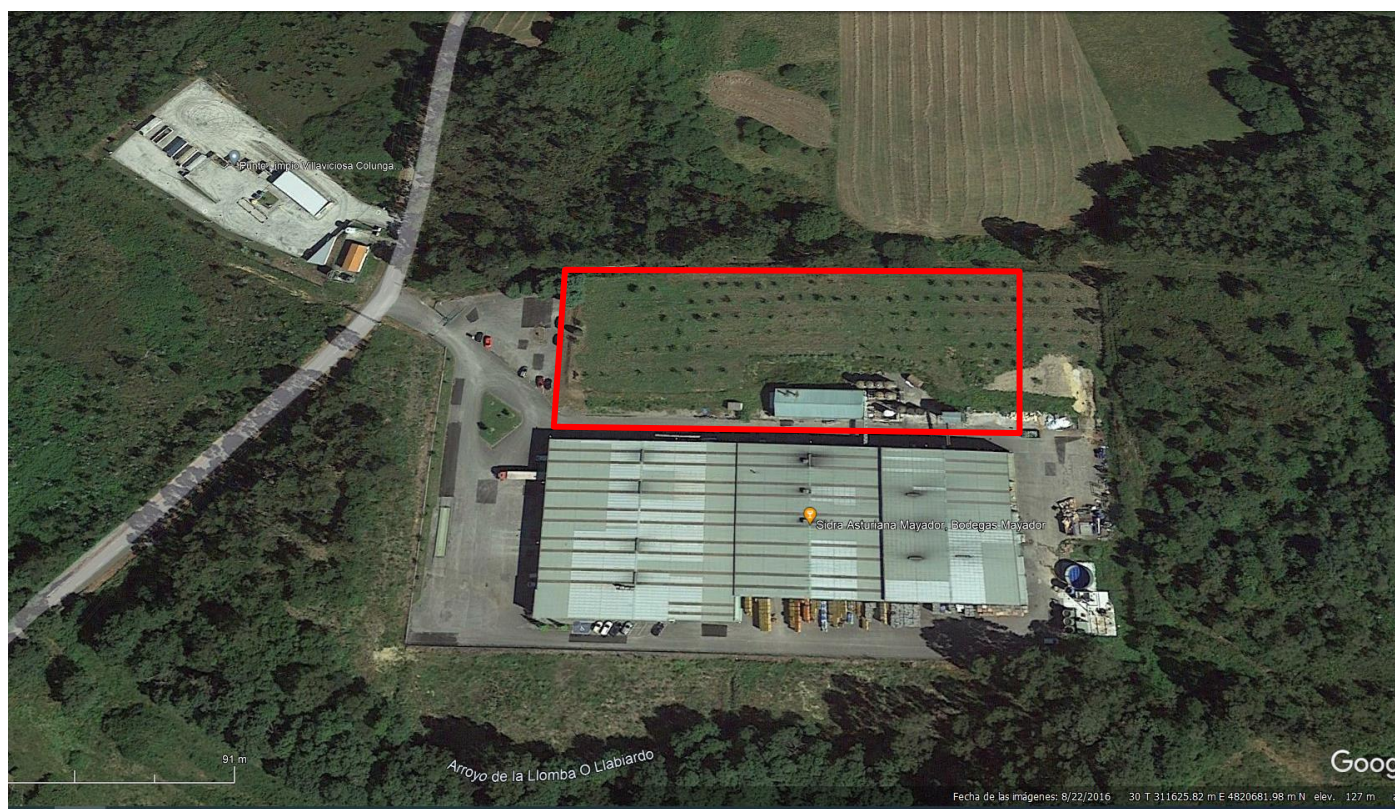
1.	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	2
1.1.	Cumplimiento del Código Técnico de Edificación.....	4
2.	TRABAJOS REALIZADOS.....	5
2.1.	SONDEOS GEOTÉCNICOS.....	6
2.1.1.	Toma de muestras inalteradas .....	6
2.1.2.	Ensayos de penetración estandar .....	7
2.2.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO D.P.S.H.....	8
2.3.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	9
3.	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL TERRENO.....	10
3.1.	SITUACIÓN GEOLÓGICA GENERAL.....	10
3.2.	DESCRIPCIÓN DE LA GEOLOGÍA DEL SOLAR.....	11
4.	CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDADES GEOTÉCNICAS.....	14
5.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS "IN SITU".....	15
5.1.	TOMA DE MUESTRA INALTERADA Y ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR S.P.T.).....	15
5.2.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH).....	16
6.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	35
7.	NIVEL FREÁTICO.....	38
8.	CÁLCULOS .....	38
8.1.	RESUMEN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	38
8.2.	DETERMINACIÓN DE LA COHESIÓN.....	39
8.3.	EXCAVABILIDAD.....	39
8.4.	ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE EXCAVACIÓN.....	41
8.5.	SOLUCIONES A LA CIMENTACIÓN.....	42
8.6.	MEJORA DEL TERRENO DE APOYO DE CIMENTACIÓN.....	42
8.7.	CÁLCULO DE LA CARGA TRANSMITIDA.....	45
8.8.	CÁLCULO DE ASIENTOS CON MEJORA DEL TERRENO.....	47
8.9.	ASIENTOS DIFERENCIALES .....	55
8.10.	CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE BALASTO.....	55
9.	DETERMINACIÓN DE LA POSIBLE EXPANSIVIDAD DEL SUELO.....	58
10.	ACCIONES SÍSMICAS.....	61
11.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LA ACCIÓN DEL GAS RADÓN.....	63
12.	RESUMEN DE RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.....	65
	<b>ANEJOS:</b> .....	69
	A-1: PLANOS	
	A-2: REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE CAMPO	
	A-3: ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	
	A-4: REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE LOS EQUIPOS DE PROSPECCIÓN	

## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La empresa de ingeniería MEZOINGENIERÍA S.L., va a llevar a cabo el Proyecto de Construcción de una nueva Nave Industrial para “Sidra Asturiana El Mayador, Bodegas El Mayador”, contigua a la nave existente, en sus terrenos, en el Polígono Industrial de La Rasa en Villaviciosa.

Por ello encarga a GEODA (Geólogos de Asturias) el presente ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.

En la siguiente figura se puede observar una vista aérea del emplazamiento:



**Figura 1.** Fotografía aérea www.Google Earth, de la zona indicando la ubicación del solar estudiado.

Las coordenadas U.T.M. aproximadas del punto medio del emplazamiento, datum ETRS<sub>89</sub>, huso 30T, elipsoide de referencia de Hayford, son X = 311.669,02 Y= 4.820.689,01 y Z=127 m.

La nave que se va a construir tendrá una superficie aproximada de 6744,58 m<sup>2</sup> ((146 x 52 m) – (97,63 x 8,68 m)).



AS23-MCL-01

El apoyo de la cimentación se situará a -1 m de la cota 0 relativa, o cota de la explanada de la nave existente, con cota 125, por tanto, el apoyo de cimiento de la nueva Nave Industrial se situará a cota absoluta aproximada de 124 m n.m.m.

El solar se encuentra en un entorno urbanizado (por su parte Oeste y en la zona colindante con la nave existente) y dotado de las debidas instalaciones de agua, saneamiento etc.

**La nave Industrial que se llevará a cabo, es por tanto un edificio tipo C1 en un terreno considerado en principio como tipo T1, terreno de condiciones de cimentación normales en el que es habitual una cimentación superficial de elementos aislados, según el Código Técnico, documento básico SE-C, Seguridad Estructural y Cimientos.**

El objeto de este informe es exponer los resultados del estudio, describiendo los trabajos y reconocimientos efectuados, así como la composición y características del subsuelo deducidos a partir de éstos, determinar la presencia y situación del nivel freático y presentar los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio.

Finalmente, efectuado el análisis de toda la información obtenida, se darán las recomendaciones oportunas para la ejecución de la obra: parámetros resistentes, condiciones de cimentación, agresividad al hormigón, así como cualquier otro problema que pueda plantear el subsuelo existente en la zona de estudio.

**Los trabajos se han realizado con sujeción a lo dispuesto en los Documentos Básicos SE-C (Seguridad Estructural-Cimientos) y HS (Salubridad) del CTE (RD 314/2006) en relación con los Estudios Geotécnicos para la edificación.** Adicionalmente, se han seguido las siguientes normas: Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08 (Real Decreto 1247/08, de 22 de agosto), y la Norma de Construcción Sismo-resistente, NCSE-02 (Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre).



AS23-MCL-01

### 1.1.- CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DEL CÓDIGO TÉCNICO

De acuerdo a lo establecido en el artículo 3 del [DB SE-C], el presente estudio geotécnico corresponde a las características:

- Tipo de Construcción: **C-1** 'Construcciones de menos de 4 plantas'.
- Tipo de Terreno: **T-1** 'Terreno favorable'.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecen los siguientes condicionantes del estudio geotécnico a realizar:

- Número mínimo de sondeos de reconocimiento geotécnico: 1
- Distancia máxima entre puntos de investigación: 35 m
- Profundidad orientativa de investigación: 6 m por debajo del cimiento

Por tanto, para la correcta elaboración de este estudio geotécnico, será preciso realizar un mínimo de un sondeo y dos ensayos de penetración dinámica superpesada de tipo DPSH. En el caso que nos ocupa, al dar uno de los penetrómetros (el número 2) rechazo a 1 m, estando otros sobre suelos blandos, **se decide hacer un total de 1 sondeo de 7 m de profundidad y 5 ensayos de penetración dinámica superpesada, prospección considerada suficiente por los autores para los fines propuestos.**



## 2. TRABAJOS REALIZADOS

En primer lugar, se ha examinado la información facilitada por el Peticionario, así como toda aquella documentación bibliográfica y cartográfica que se ha recopilado de la geología general del área.

A continuación, se ha llevado a cabo una campaña de reconocimiento para la interpretación geotécnica del terreno de la zona de estudio. Esta campaña, ha constado de un sondeo mecánico a rotación con extracción de testigo continuada, así como cinco ensayos de penetración dinámica superpesada (D.P.S.H.) según norma UNE 103.801.

En la Tabla 1 se incluye un cuadro resumen con los distintos reconocimientos de campo realizados por GEODA, indicando las coordenadas U.T.M. aproximadas de cada uno de ellos, obtenidas a partir del Mapa Topográfico del Principado de Asturias E: 1/5.000 realizado por el Centro de Cartografía del Principado de Asturias de la Consejería de Infraestructuras, Política Territorial y Vivienda (2.007):

**Tabla 1.** Resumen de los trabajos *in situ* realizados por GEODA indicando las pruebas/muestreos llevados a cabo. S → Sondeo a rotación, P → Ensayo D.P.S.H.

Ensayo	Fecha inicio	Fecha final	X	Y	Z	Profundidad alcanzada	Observaciones
S-1	5/1/2023	5/1/2023	311.674,86	4.820.694,85	125	7,0	1 MI – 1 SPT
P-1	5/1/2023	5/1/2023	311.723,59	4.820.670,22	125	2,7 R	
P-2	5/1/2023	5/1/2023	311.582,23	4.820.673,91	125	0,99 R	
P-3	5/1/2023	5/1/2023	311.583,86	4.820.719,90	125,75	2,18 R	
P-4	5/1/2023	5/1/2023	311.725,21	4.820.715,94	129	9.00	
P-5	5/1/2023	5/1/2023	311.675,64	4.820.716,99	129	3,68 R	

• R = Rechazo.



## 2.1. SONDEO GEOTÉCNICO

Se ha llevado a cabo un sondeo, de 7,0 m de profundidad, lográndose una recuperación de testigo del 100 %.

Los trabajos de perforación se han desarrollado, utilizando una sonda marca ROLATEC modelo RL 48, sonda autotransportable mediante orugas de goma, dotada con baterías saca-testigos sencilla tipo B y doble tipo T (según normas ASTM D2113-99 y XP P94-202), con tubos de 1 y 3m. Como útil de corte se utilizaron coronas de widia de 101 y 86 mm de diámetro exterior. Para la refrigeración de la sonda de perforación, así como para la extracción de los testigos cohesivos de la batería, se utilizó agua potable procedente de una boca de riego de la factoría El Mayador.

Toda la información relativa al sistema de ejecución del sondeo puede consultarse en el Anejo A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS GEOTÉCNICOS, así como en el Anejo A-3: ACTAS DE LOS ENSAYOS *IN SITU*.

Una vez finalizado el sondeo nº1, se llevó a cabo en él el preceptivo control del posible nivel freático. Para ello se dejó transcurrir varios días para que el sondeo cogiese el equilibrio. Posteriormente se procedió a realizar un control del posible nivel freático, no detectándose nivel freático alguno.

Como es habitual, los testigos extraídos de los sondeos fueron colocados ordenadamente en cajas de plástico de 60x40 cm diseñadas para tal fin, con objeto de llevar a cabo la testificación y control fotográfico de las mismas, así como su almacenamiento.

Las fotografías de las cajas de los testigos del sondeo, se incluyen en el Anejo A-2: **REGISTRO DEL SONDEO GEOTÉCNICO**. La situación en planta del sondeo y demás prospecciones (5 ensayos de penetración dinámica superpesada conforme a norma UNE 103 801, se recoge en el plano *Situación de los Ensayos* que se incluye en el Anejo A-1: PLANOS, mientras que las fotografías de los emplazamientos realizadas durante la ejecución de los sondeos se incluyen en el Anejo A-4: REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

### 2.1.1. TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS

En los niveles de suelos blandos, se llevaron a cabo tomas de muestras de tipo inalteradas según norma XP P94-202. Para ello, se emplea un tubo toma-muestras seccionado en tres tramos roscados que se clava en el terreno en cuatro tramos de 15 cm cada uno con el mismo dispositivo usado en el ensayo S.P.T. Este tubo de acero, permite alojar en su interior un tubo porta muestras de P.V.C. encapsulado, cuya extracción se realiza con gran facilidad.

El toma-muestras utilizado presenta una longitud normalizada de 600 mm, un diámetro exterior de 78 mm para tubos de PVC de 63 mm de diámetro exterior, con un diámetro final de la muestra de 58 mm.



La diferencia entre las características del tubo toma-muestras y la cuchara empleada en el S.P.T. permite considerar la correlación aproximada  $N_{SPT}=0.6 \cdot N_{MI}$ , donde  $N_{MI}$  indica la cantidad de golpes necesarios para clavar el tubo en el tramo central de 30 cm.

Tanto la información técnica como los resultados de golpeo obtenidos en la extracción de la muestra inalterada se recogen en el Anejo A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS GEOTÉCNICOS y en el Anejo A-4: ACTAS DE LOS ENSAYOS *IN SITU*.

### 2.1.2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

A continuación de las muestras inalteradas, se llevaron a cabo ensayos de penetración estándar, S.P.T.

Estos Ensayos de Penetración Estándar se efectúan con cuchara normalizada hueca cónica de 60° de abertura siguiendo la metodología incluida en la norma UNE 103.800/92 (ASTM D1586).

Este ensayo consiste en golpear una cuchara estándar mediante una maza de 63,5 kg que cae libremente desde una altura de 76,2 cm. Previamente se realizan unas señales de forma que se diferencien tres tramos de 15 cm cada uno. El toma-muestras SPT utilizado presenta una longitud normalizada de 500 mm, un diámetro exterior de 51 mm y un diámetro interior de 34,8 mm.

El resultado del ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para introducir la cuchara en el terreno cada tramo de 15 cm. La primera serie de golpes no se contabiliza puesto que se considera que el terreno en esta zona resulta alterado por la rotación de la corona del sondeo. Se contabiliza el golpeo de las dos series siguientes, cuya suma será el valor  $N_{SPT}$  y, por lo tanto, equivale al número de golpes necesarios para profundizar la cuchara 30 cm en el terreno.

En suelos que requieren más de 50 golpes para avanzar 15 cm se registra la longitud alcanzada y se indica que se ha obtenido el rechazo, que se simboliza por una 'R'.

La información técnica relativa al ensayo S.P.T. y sus correspondientes resultados se recogen en el Anejo A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS GEOTÉCNICOS y en el Anejo A-3: ACTAS DE LOS ENSAYOS *IN SITU*.



## 2.2. ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA. TIPO D.P.S.H.

Con el fin de realizar la comprobación de la compacidad *in situ* del subsuelo, se han realizado cinco ensayos de penetración dinámica superpesada según norma UNE 103.801/94, los cuales se llevaron a cabo con un equipo de penetración dinámica superpesada, autopropulsado sobre orugas de goma, marca Rolatec modelo ML76 A.

El ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. consiste en la hinca de un cono estándar (de sección cuadrada de 20 cm<sup>2</sup>), mediante la aplicación de golpes propinados por una maza de 63,5 kg que cae libremente desde una altura de 75 cm. El resultado se obtiene al contar el número de golpes necesarios para profundizar 20 cm de varillaje con su correspondiente puntaza en el suelo. La secuencia se repite hasta alcanzar la profundidad de investigación deseada, o bien hasta obtener el rechazo de la hinca (entendiendo por rechazo un valor de 100 golpes sin profundizar en el terreno, tres valores consecutivos superiores a 75 golpes o cuando se obtenga un par de rozamiento al girar el varillaje una vuelta y media superior a los 200 Nm). Cada secuencia de golpes necesarios para profundizar 20 cm de varillaje en el subsuelo se identifica por el símbolo  $N_{DPSH}$ , al que se le asocia el número de golpes obtenido en el correspondiente intervalo de ensayo.

El número de golpes necesarios ofrece una orientación cualitativa sobre la compacidad del terreno, aunque los valores del golpeo dependen de la profundidad a la que se realiza la prueba, debido al mayor confinamiento que produce el terreno supra-yacente. Por este motivo, los valores de golpeo realizados a cierta profundidad deberán ser corregidos debidamente.

En la Tabla 1 se indica la profundidad final alcanzada por los ensayos realizados, mientras que los resultados obtenidos, pueden consultarse en el Anejo A-3: ACTAS DE LOS ENSAYOS 'IN SITU'.

La situación en planta del ensayo se recoge en el plano *Situación de los Ensayos* que se incluye en el Anejo A-1: PLANOS, mientras que la fotografía del emplazamiento realizada durante la ejecución del ensayo se incluye en el Anejo A-4: REPORTAJE FOTOGRÁFICO.



### 2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

En principio, se tenía previsto llevar a cabo los ensayos de laboratorio necesarios para caracterizar todos los niveles geológicos del subsuelo.

Ocurre que, una vez realizada la testificación del sondeo llevado a cabo, se tuvo constancia que el subsuelo estaba constituido por arcillas margosas de color gris, de edad Jurásico Superior - Malm. se encuentra en este solar un material de aspecto arcilloso plástico y cohesivo.

Por ello se decidió que se lleven a cabo ensayos de identificación, y resistencia (ensayo de corte directo o determinación de la resistencia de una muestra a cizalla), así como los preceptivos ensayos químicos de determinación de la posible agresividad del suelo al hormigón, según la norma EHE-08 Anejo V.

La Tabla 2 muestra la cantidad y tipo de ensayos de laboratorio que han sido realizados para la elaboración de este estudio.

**Tabla 2.** Ensayos de laboratorio realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos LACOTEC

Ensayos de Laboratorio	Unidades
Registro, almacenamiento, apertura, descripción y preparación de muestras para ensayos de suelos. IAT-SUE-APER.001 / UNE 103 100 (1.995)	1
Análisis granulométrico de un suelo por tamizado. UNE EN ISO 17892-4:2019	1
Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa. UNE EN ISO 17892-1-2015	1
Determinación del Límite Líquido (mediante aparato de Casagrande) y de Límite Plástico según UNE EN ISO 17892-12. 2019	1
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática. UNE 103 301 (1.994).	1
Determinación de la agresividad del suelo frente al hormigón. EHE-08 Anejo 5.	1

Los ensayos realizados, que corresponden a la identificación, clasificación y caracterización geotécnica de los diferentes materiales detectados, han sido efectuados siguiendo los métodos y la normativa vigente. Los resultados se presentan en el Anejo A-4: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

### 3. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL TERRENO

#### 3.1. SITUACIÓN GEOLÓGICA GENERAL

Para el estudio de la geología de la parcela, se han consultado, además de la documentación previa disponible de la zona, las publicaciones *Geología de España*<sup>1</sup> y *Geología de Asturias*<sup>2</sup>, así como la Hoja del Mapa Geológico Nacional MAGNA hoja de Gijón nº 14 escala 1:50.000 y el mapa geológico del concejo de Gijón de Manuel Gutiérrez Claverol y Luis Torres Alonso, escala 1:25.000 de la obra “El Subsuelo de Gijón, Aspectos Geológicos”.

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se sitúa dentro de la Cuenca Mesoterciaria Asturiana, en el extremo Norte de la Unidad Cuenca de Gijón –Villaviciosa, unidad que recubre, la Región de Pliegues y Mantos, de la denominada Zona Cantábrica (Lotze 1945, Julivert y otros 1972), tal como se puede comprobar en la Figura 2.

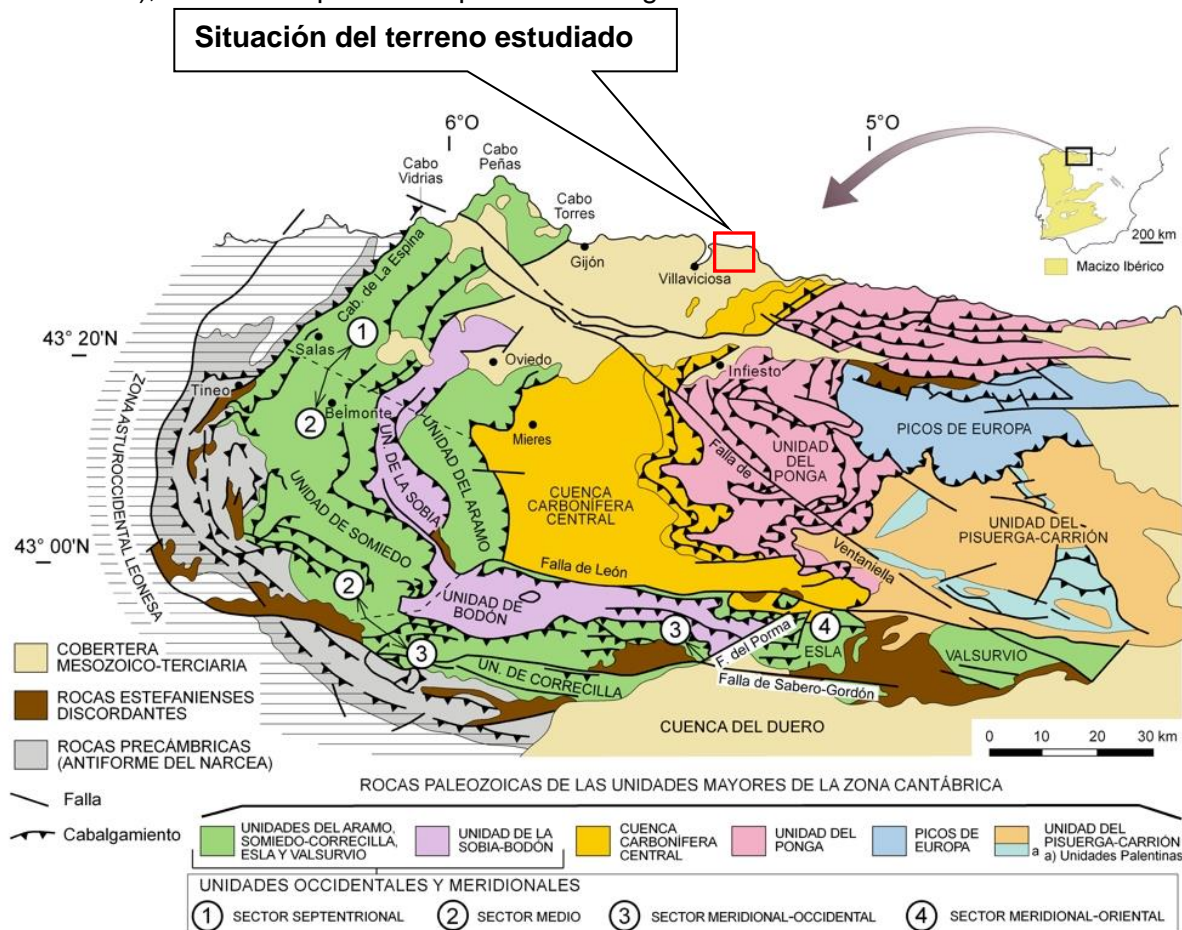


Figura 2.- Mapa Geológico de la Zona Cantábrica con indicación de la zona de estudio (basado en Julivert, 1971a; tomado de ‘Geología de España’). Se indica con un recuadro rojo la ubicación de la zona de estudio.

<sup>1</sup> J. A. Vera, editor principal, *Geología de España*, Instituto Geológico y Minero de España (2.004).

<sup>2</sup> Carlos Aramburu y Fernando Bastida, *Geología de Asturias*, EDICIONES TREA (1.995).

### 3.2. GEOLOGÍA DEL SOLAR

El subsuelo de este solar está constituido por niveles correspondientes a sedimentos pertenecientes al Jurásico Superior - Malm, constituido por arcillas, margas, calizas pisolíticas y areniscas.

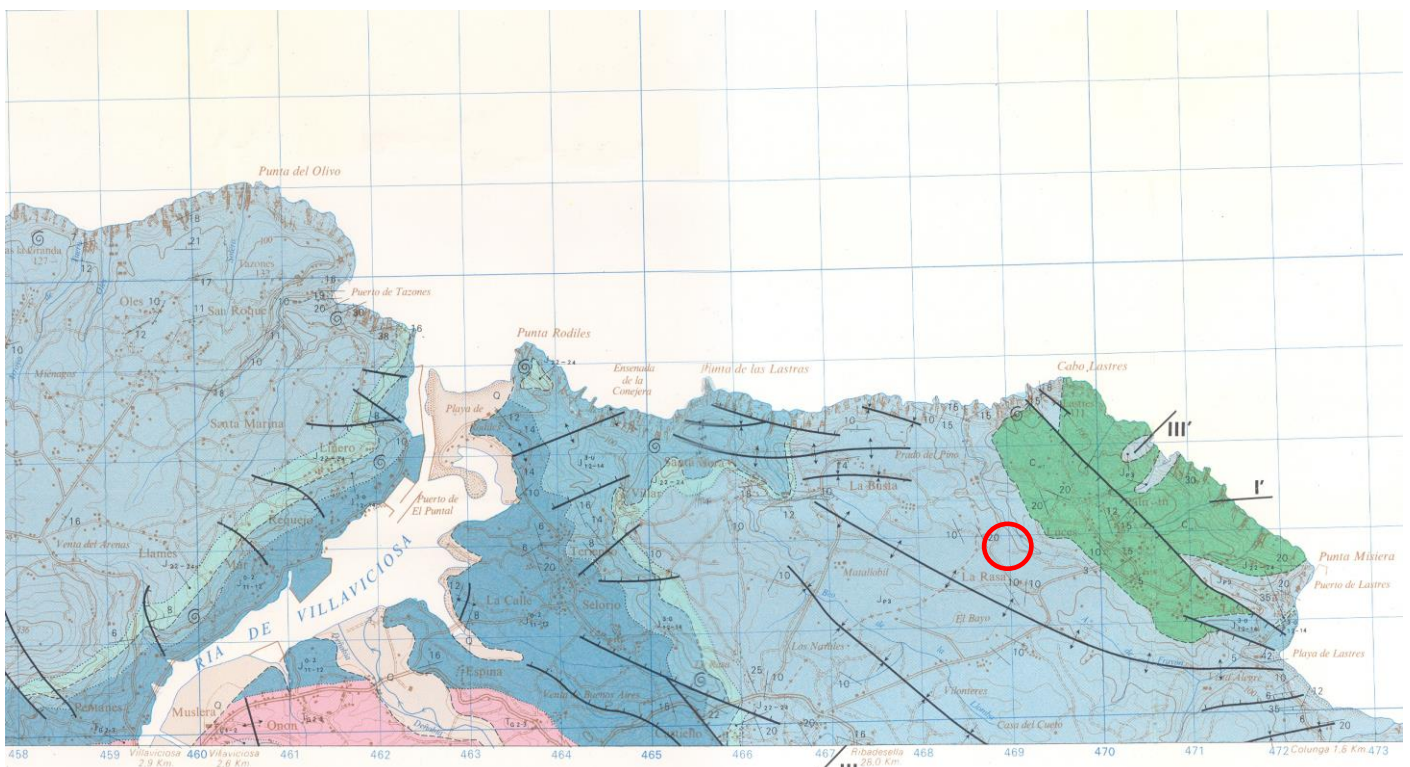


Figura 3.- Mapa geológico de la zona objeto de estudio, indicando su ubicación aproximada.

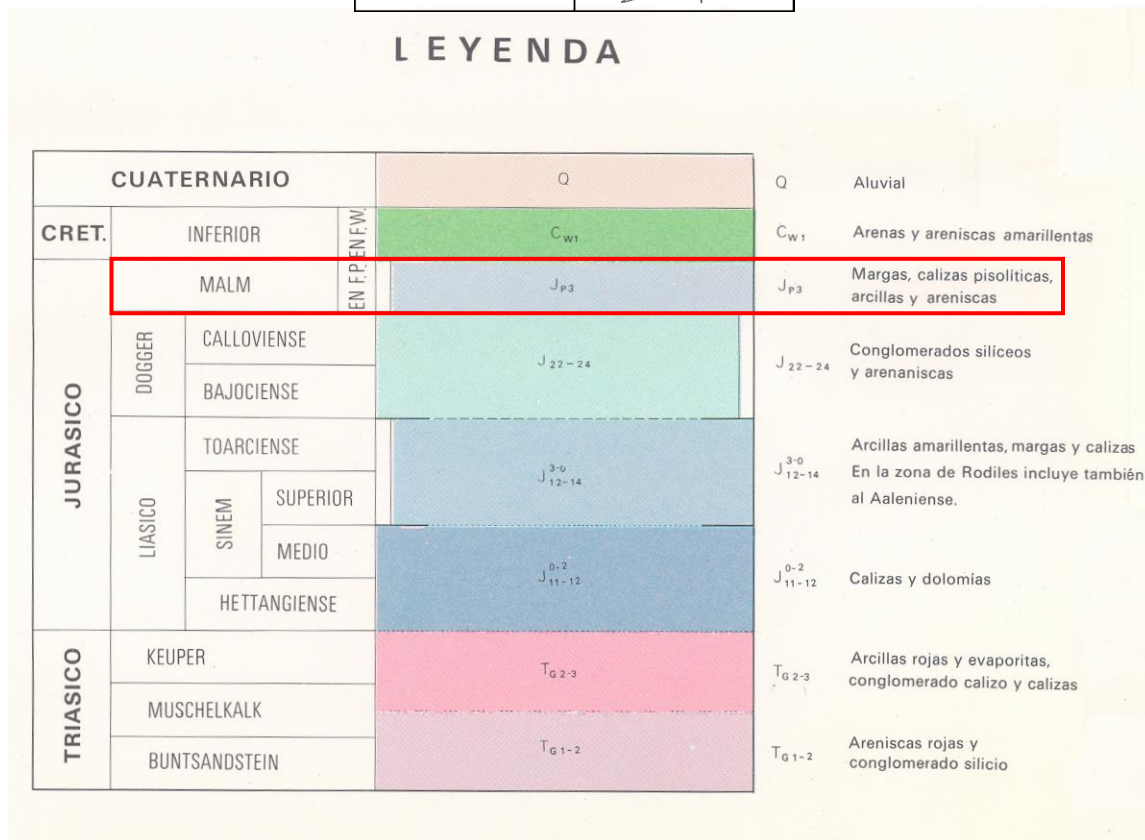


Figura 4.- Leyenda del mapa geológico indicando, en rojo, las litologías afectadas en la zona de estudio.

Los terrenos a los que se dedica el presente informe, se encuentran situados en la zona de La Rasa, en el lugar en el que se situará el futuro Polígono Industrial del que recibe el nombre, terrenos asignados a tal Polígono Industrial, tal como figura a modo de Proyecto en el Plan General de Ordenación de Villaviciosa.

Geológicamente se encuentra sobre terrenos situados dentro de la Cuenca Mesoterciaria Asturiana, en el extremo septentrional de una de sus divisiones, denominada Cuenca de Gijón Villaviciosa.

El subsuelo de este solar está constituido por arcillas grises de edad Jurásico Superior – Malm, al menos en los niveles más superficiales atravesados por el sondeo.

Sobre el nivel de conglomerados y arcillas limolíticas (Formación Fabuda), descansa una serie de facies Purbeck, que en ámbito regional está representada por dos litofacies, de difícil delimitación. Al Norte, en la costa y muy particularmente en la zona de estudio que nos ocupa, se observa una serie predominantemente margosa y muy fosilífera, mientras que en las regiones situadas más al Sur y Oeste se presenta una facies más salobre, constituida por calizas pisolíticas con intercalaciones de arcillas y areniscas.



AS23-MCL-01

En conjunto, estos sedimentos tienen un espesor de 155 m, en los que los 100 m inferiores, inmediatamente encima del conglomerado “Fabuda”, son una alternancia de areniscas rojizas y blancas de grano medio, de cuarzo y cuarcita, con poca matriz arcillosa y arcillas abigarradas. Los restos vegetales son frecuentes, presentándose, por regla general transformados en lignito y no siendo raro observar fragmentos de troncos de gran tamaño, ramas y resinas fósiles. Los bancos de areniscas, tienen espesores de 1 a 10 m y los de arcillas de 5 a 15 m aproximadamente. Este tramo inferior es el ALMELA Y RIOS (1962) denominan, “**tramo Inferior de margas rojas**”.

Sobre este tramo inferior, **se desarrolla la serie carbonatada, constituida por margas más o menos calcáreas**, con intercalaciones muy delgadas de espesor siempre inferior a 1 m de areniscas de grano fino, de cuarzo, cuarcita y matriz arcilloso-calcárea. En conjunto este tramo es menos arenoso y más margoso que el área Occidental, siendo un tramo muy fosilífero tanto en macro como en microfauna.



#### 4. CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDADES GEOTÉCNICAS

En base a los resultados de la campaña de sondeos de reconocimiento realizadas en la zona de estudio, se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

**N-0: RELLENOS ANTRÓPICOS**, constituidos por gravas embebidas en limos grises.

**N-1: ARCILLAS Y MARGOCALIZAS DE COLOR GRIS – JURÁSICO SUPERIOR.**

Se trata de unos sedimentos del jurásico Superior. Superficialmente han sufrido alteración por los agentes atmosféricos y las margas una ligera descalcificación de los materiales carbonatados infrayacentes y estando constituidos por arcillas y arcillas limosas de tonos grises.

RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD	
	NIVEL N-0	NIVEL N-1
SR-1	0,00 a 2,00 m	2,0 a 7,0 m
P-1	0,00 a 0,60 m	0,60 a 2,70 m
P-2	0,00 a 0,99 m ®	-
P-3	-	0,00 a 2,18 m ®
P-4	-	0,00 a 9,00
P-5	-	0,00 a 3,60m ®

Tabla 3. Profundidad a la que han sido detectados los distintos niveles geotécnicos.

Los ensayos de penetración dinámica números 1 y 2, así como el sondeo, situados en la zona más próxima a la Antigua Nave Industrial de El Mayador, han atravesado parte de los rellenos de mejora por sustitución del suelo existente y relleno posterior con grava de cantera. Por ello han atravesado parte del relleno de sustitución de la Nave Antigua. El Penetrómetro nº 2, dio rechazo a 1 m de profundidad, quizá en una piedra del relleno de gran tamaño.

Los penetrómetros nº 3 y nº 5, alejados de la Nave Antigua, no han atravesado el relleno de grava, sin embargo, han dado rechazo a 2,18 m de profundidad y a 3,60 m respectivamente, muy posiblemente en una capa de margocaliza dura. El penetrómetro nº4, bajó hasta 9 m de profundidad, sin rechazo, deteniéndose el ensayo por considerarse que era una profundidad suficiente para los fines propuestos.

En el Anejo A-2: REGISTRO DEL SONDEO GEOTÉCNICO, se describen de forma más detallada, los materiales detectados en el sondeo mecánico. La estratigrafía se incluye también en los *Perfiles Geológico-Geotécnicos* del Anejo A-1:

A continuación, se describen las principales características geotécnicas que definen cada uno de los niveles diferenciados en el subsuelo investigado.

## 5. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS “IN SITU”

### 5.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR S.P.T Y TOMA DE MUESTRA INALTERADA EN EL SONDEO

Se llevaron a cabo en el sondeo una toma de muestra tipo inalterada en este nivel de alternancia de arcillas y margas grises, que dieron los golpesos que se describen a continuación en la tabla nº 4. Se muestra además el valor obtenido en el ensayo SPT, así como la correlación de la muestra inalterada con este ensayo SPT, se incluyen en la siguiente tabla:

Tipo de muestra	Profundidad			Nivel Litológico	Golpeos	N <sub>SPT</sub> N <sub>MI</sub>	N <sub>SPT</sub> corregido	N <sub>70</sub>	N <sub>60</sub>	Compacidad
	Inicio	Fin	Promedio							
	m									
MI	2,00	2,60	2,30	N1	5 15 10 11	25	15	14	16	MEDIA
SPT	2.60	3.20	2.90	N1	2 3 4 50	7	7	6	7	MEDIA

Tabla 4. Valores de los golpesos obtenidos en la MI correspondientes al nivel N-1

A continuación, se han determinado los estadísticos descriptivos respecto al valor bruto del N<sub>SPT</sub> (CORREGIDO), del N<sub>70</sub> y del N<sub>60</sub>; las correcciones son respecto al nivel freático.

$$N_{SPT} = 0.6 \cdot N_{MI}$$

Según los valores obtenidos, tenemos un promedio para el N<sub>SPT</sub>, se obtienen unos valores de N<sub>70</sub>=14 para la inalterada que equivale a 8,4 del SPT, lo cual indica una consistencia MEDIA (Medium) y una capacidad portante q<sub>u</sub> = 93,3 kPa = 0,95 Kg/cm<sup>2</sup>, según la propuesta incluida en [BOWLES97], tal como se comprueba en la Figura 5.

El mismo cálculo para el SPT (N<sub>70</sub> = 6) y una capacidad portante q<sub>u</sub> = 50 kPa = 0,51 Kg/cm<sup>2</sup>

Consistency		N <sub>70</sub>	q <sub>u</sub> , kPa	Remarks
Very soft	NC	0–2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3–5	25– 50	Very easily deformed by squeezing
Medium		6–9	50– 100	??
Stiff	Increasing OCR	10–16	100– 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17–30	200– 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

Figura 5. Consistencia para suelos cohesivos saturados y correlación entre el valor N<sub>70</sub> y la resistencia a la compresión simple. Tabla 3-5 incluida en [BOWLES97].

**Para el nivel N1, material de alternancia de capas de limos, arcillas y margas arcillosas con niveles de margocalizas.**



## 5.2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.

La equivalencia entre el valor de NDPSH obtenido en el ensayo de penetración y el valor NSPT, se ha determinado mediante la correlación para suelos cohesivos propuesta en el artículo de F. Puell, Dr. R. Colin Pugh, y J.A. López-Chinarro <sup>3</sup>. La expresión resultante se muestra a continuación, la cual se ha minorado mediante un factor de seguridad de 1,2:

$$N_{SPT} = 1,717 \cdot N_{DPSH}^{0,901} \quad [1]$$

Los valores del índice NSPT obtenido, ha sido corregido mediante la estandarización al 70 % de la energía mediante la formulación de J. E. Bowles <sup>4</sup>, según la expresión:

$$N_{70} = C_N \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot N_{SPT} \quad [2]$$

Siendo:

$N_{70}$  = Valor corregido estandarizado al 70% de energía y normalizado para una sobrecarga equivalente de 1kp/cm<sup>2</sup>, según Riggs (1.986) y Bowles (1.995)

$C_N$  = Factor corrector por presión efectiva in situ para normalizar a una sobrecarga equivalente de 1kp/cm<sup>2</sup>, que se evalúa según la expresión de Liao-Whitman, 1986,

$C_N = \left( \frac{95,76}{P_0} \right)^{1/2}$ , siendo  $P_0$  [expresada en kPa] la tensión efectiva a la profundidad a la que se ejecuta el ensayo S.P.T.

$\eta_1$  = Factor corrector por energía media de ensayo, de valor  $\eta_1 = 60/70 = 0,86$ , según la 'Guía de Cimentaciones en Obras de carretera', Ministerio de Fomento (2004).

$\eta_2$  = Factor corrector por longitud de varillaje, que depende de la profundidad a la que se realiza el ensayo, como se muestra a continuación.

$$\eta_2 = \begin{cases} 1,00 & \text{para profundida des superiores a 10 m;} \\ 0,95 & \text{para profundida des entre 6 y 10 m;} \\ 0,85 & \text{para profundida des entre 4 y 6 m;} \\ 0,75 & \text{para profundida des inferiores a 4 m.} \end{cases}$$

<sup>3</sup> Relación entre los resultados de los ensayos de penetración dinámica D.P.S.H. y el S.P.T. en suelos granulares y cohesivos de la cuenca de Madrid, 32ª Jornada sobre Obras de Interés Geotécnico, 28 de noviembre (2006). Aunque este estudio se refiere a ensayos en el ámbito geográfico y geológico de la Cuenca de Madrid, se considera que sus resultados son aplicables a otros materiales.

<sup>4</sup> J.E. Bowles (1997). 'Foundation Analysis and Design'. 5th Edition. McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS. Civil Engineering Series. p. 158 y 159. En adelante nos referiremos a esta publicación como [BOWLES97].



AS23-MCL-01

$\eta_3$  = Factor corrector por el tipo de muestreador, como se incluye a continuación,

$$\eta_3 = \begin{cases} 1,00 & \text{sin encamisado;} \\ 0,80 & \text{arena densa y arcilla con encamisado;} \\ 0,90 & \text{arena suelta con encamisado.} \end{cases}$$

$\eta_4$  = Factor corrector por el tipo de martillo, obtenido mediante la relación de la energía del equipo utilizado y la energía del ensayo normalizado para una sobrecarga equivalente de 1 kp/cm<sup>2</sup>, siendo  $\eta_4 = E_r / E_{rb}$ , que para los equipos automáticos de uso habitual en España se puede considerar  $\eta_4 = 1$ .

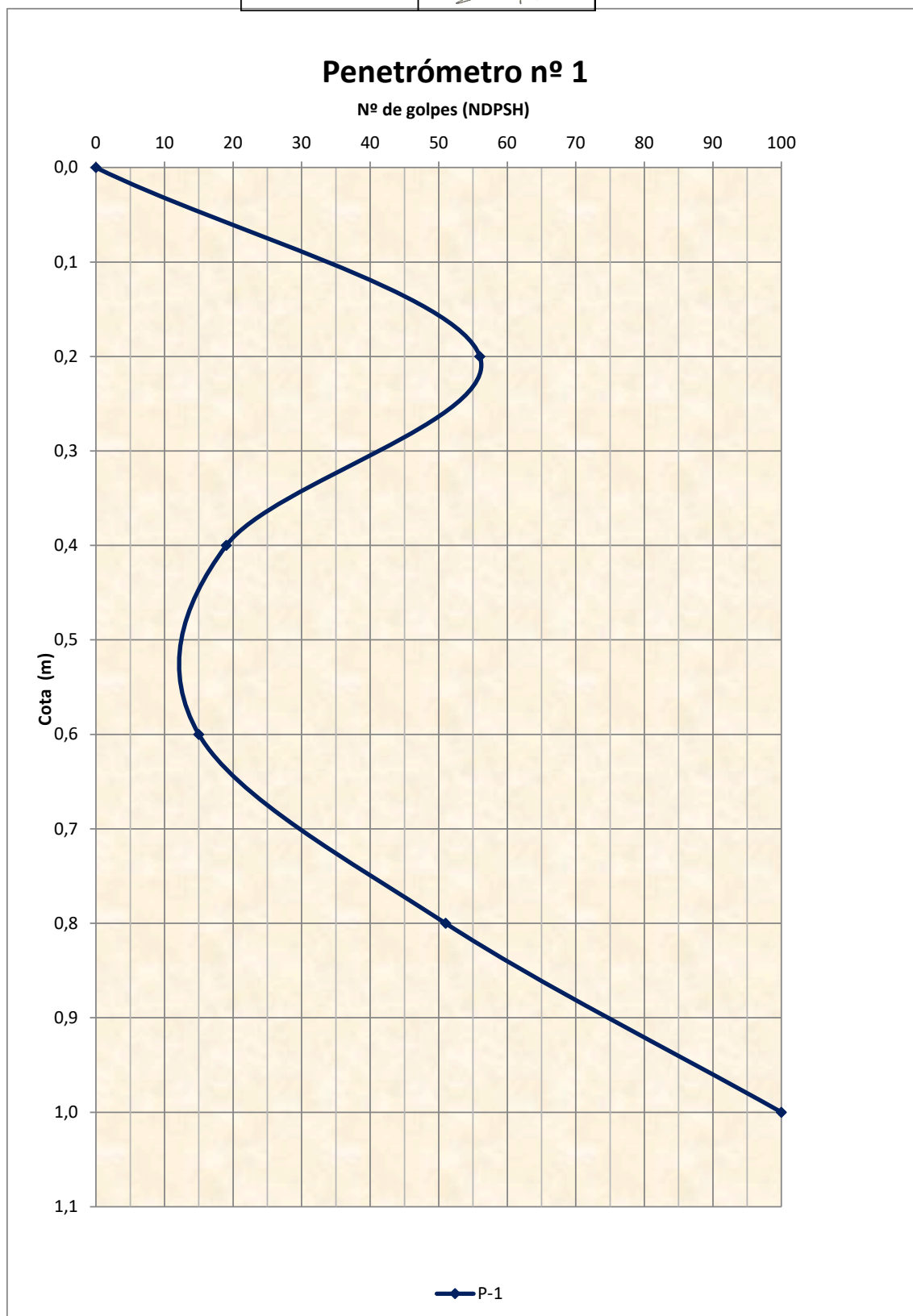
## Ensayos de Penetración Dinámica D.P.S.H.

En las siguientes tablas, se puede comprobar los valores obtenidos en profundidad para los golpes ( $N_{DPSH}$ ) de los ensayos de penetración dinámica superpesada realizados:

### ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH según UNE 103 801)

PETICIONARIO:	MEZOINGENIERÍA	ENSAYO:	<b>P-1</b>	COORDENADAS	
OBRA:	NUEVA NAVE IND. EL MAYADOR	MÁQUINA:	Rolatec	X:	311.723,59
SITUACIÓN:	Pol. Ind. La Rasa - Villaviciosa	REALIZADO:	Carlos Suárez	Y:	4.820.670,22
FECHA:	5 de Enero de 2023	SUPERVISIÓN:	Manuel Lobo	Z:	125,40
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (m)	NO	ANCHO DE ZAPATA, B (m):	1,0		
LITOLOGÍA	ARCILLAS Y MARGAS	PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN (m):	-1,0		
COEFIC. CORRELACIÓN $N_{DPSH} - N_{SPT}$	1,504	PROMEDIO $N_{SPT}$ 2B BAJO CIMENTACIÓN:	27		

Nivel Freático	Profundidad (m)	$N_{DPSH}$	$N_{SPT}$	$N_{SPT}$ corregido	Resistencia Dinámica (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según la fórmula de los holandeses (Rd/20) (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según Terzaghy&Peck (kg/cm <sup>2</sup> )	
	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	0,2	80	120	120	494,3	24,7	15,0	
NO	0,4	37	56	56	228,6	11,4	7,0	
NO	0,6	26	39	39	160,6	8,0	4,9	
NO	0,8	9	14	14	55,6	2,8	1,8	
NO	1,0	4	6	6	24,7	1,2	0,8	
NO	1,2	2	3	3	11,6	0,6	0,4	
NO	1,4	5	8	8	29,0	1,5	1,0	
NO	1,6	3	5	5	17,4	0,9	0,6	
NO	1,8	2	3	3	11,6	0,6	0,4	
NO	2,0	3	5	5	17,4	0,9	0,6	
NO	2,2	2	3	3	10,9	0,5	0,4	
NO	2,4	49	74	74	268,1	13,4	9,3	
NO	2,6	77	116	116	421,4	21,1	14,5	
NO	2,8	100	150	150	547,2	27,4	18,8	
		R = 2,70 m						



**Figura 6.** Gráfico mostrando los golpes del NDPSH nº1, hasta alcanzar el rechazo en profundidad.



AS23-MCL-01

Hacemos la correlación entre los resultados del DPSH -1 con el Ensayo de Penetración Estándar SPT de los sondeos y nos dan los siguientes resultados de N, N<sub>70</sub>, N<sub>60</sub> y N<sub>55</sub>.

Al mismo tiempo calculamos el grado de rozamiento interno y el módulo de compresibilidad (E') a partir de los golpes de los ensayos DPSH, para cada nivel y hacemos la media de los penetrómetros por niveles.

Tabla 5. - Correlación del Ensayo de penetración dinámica nº 1, a ensayos SPT

PROF	DPSH	SPT	SPT con NF	p. Efectiva [kPa]	C <sub>N</sub>	η <sub>2</sub>	N <sub>70</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>55</sub>	NIVEL GEOTÉCNICO			
0,2	80	1	89	1	52	4	4,89285193	0,75	279	326	355	Rellenos	N-0
0,4	37	1	44	1	30	8	3,45976878	0,75	98	114	125	Rellenos	N-0
0,6	26	1	32	1	24	12	2,82488938	0,75	58	68	74	Rellenos	N-0
0,8	9	1	12	1	12	16	2,44642596	0,75	19	22	24	Arcillas grises	N-1A
1,0	4	1	6	1	6	20	2,1881499	0,75	8	9	10	Arcillas grises	N-1A
1,2	2	1	3	1	3	24	1,99749844	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
1,4	5	1	7	1	7	28	1,8493242	0,75	8	9	10	Arcillas grises	N-1A
1,6	3	1	5	1	5	32	1,72988439	0,75	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
1,8	2	1	3	1	3	36	1,63095064	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
2,0	3	1	5	1	5	40	1,54725563	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
2,2	2	1	3	1	3	44	1,47525036	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
2,4	49	1	57	1	36	48	1,41244469	0,75	51	60	65	Margas arcillosas grises	N-1B
2,6	77	1	86	1	50	52	1,35703296	0,75	75	88	95	Margas arcillosas grises	N-1B
2,8	100	1	109	1	62	56	1,30766968	0,75	91	106	116	Margas arcillosas grises	N-1B

### Estudio estadístico de la Presión admisible a partir del D.P.S.H.

Para el nivel N0 - de los rellenos de gravas de cantera embebidos en arcillas grises, procedentes del relleno de mejora de la Nave Antigua de El Mayador, suponemos que deberán de ser complementados con nuevos rellenos, similares para la Nueva Nave.

Para el nivel N1A de arenas finas limosas grises con algo de grava del Penetrómetro nº 1

En la siguiente tabla 6, se incluyen los resultados estadísticos obtenidos en el ensayo de D.P.S.H. en el nivel N-1 (Arenas finas limosas grises blandas) existentes entre - 2,80 y - 5,80 m de profundidad:

Tabla 6.- Valores estadísticos del nivel N-1 del ensayo D.P.S.H. entre -0,6 y -2,20 m de profundidad

#### N 1A – Arenas limosas grises plásticas y cohesivas (entre 0,6 y 2,2 m)

Ndpsh	Nspt	N70	N60	N55	phi	Es	Es'	
4	6	7	8	9	26	45	61	Promedio
2,4	3,1	5,3	6,2	6,8	25	39	53	Desv. Estandar
2	3	3	4	4	22	30	40	Min
9	12	19	60	24	33	92	124	Max



AS23-MCL-01

En función del valor medio obtenido para el  $N_{70} = 7$ , se puede considerar que estos materiales presentan una consistencia **MEDIA (Medium)** según la propuesta incluida en [BOWLES97], tal como se comprueba en la Figura 8.

Consistency		$N'_{70}$	$q_u$ , kPa	Remarks
Very soft	NC	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3-5	25- 50	Very easily deformed by squeezing
Medium	Increasing OCR ↓ Aged/ cemented	6-9	50- 100	??
Stiff		10-16	100- 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17-30	200- 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

**Figura 7.** Consistencia para suelos cohesivos saturados y correlación entre el valor  $N_{70}$  y la resistencia a la compresión simple. Tabla 3-5 incluida en [BOWLES97].

Igualmente, a partir de la tabla anterior, para un golpeo medio representativo de este nivel, (Arcillas grises) del  $N_{70} = 7$ , se obtiene un valor de la resistencia a la compresión simple de:

$$(q_u) \text{ de } = 62,5 \text{ KPa} = 0,64 \text{ Kg/cm}^2.$$

#### Para el nivel N1B de margas arcillosas grises del Penetrómetro nº 1

En la siguiente tabla 5, se incluyen los resultados estadísticos obtenidos en el ensayo de D.P.S.H. en el nivel N-1B Margas arcillosas grises existentes entre - 2,40 y - 2,80 m de profundidad:

**Tabla 7.-** Valores estadísticos del nivel N-1B del ensayo D.P.S.H. entre -2,4 y -2,80 m de profundidad

N 1B - Margas arcillosas grises (entre 2,4 y 2,8 m)								
Ndpsh	Nspt	N70	N60	N55	phi	Es	Es'	
75	84	72	84	92	51	300	404	Promedio
25,5	25,9	20,1	23,5	25,6	34	97	131	Desv Estandar
49	57	51	60	65	45	217	292	Min
100	109	91	106	116	55	373	502	Max

En función del valor medio obtenido para el  $N_{70} = 72$ , se puede considerar que estos materiales presentan una consistencia **DURA (Hard)** según la propuesta incluida en [BOWLES97], tal como se comprueba en la Figura 8.

Consistency		$N_{70}$	$q_u$ , kPa	Remarks
Very soft	NC	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3-5	25- 50	Very easily deformed by squeezing
Medium	Increasing OCR	6-9	50- 100	? ?
Stiff		10-16	100- 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17-30	200- 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

**Figura 8.** Consistencia para suelos cohesivos saturados y correlación entre el valor  $N_{70}$  y la resistencia a la compresión simple. Tabla 3-5 incluida en [BOWLES97].

Igualmente, a partir de la tabla anterior, para un golpeo medio representativo de este nivel, (Margas arcillosas grises) del  $N_{70} = 72$ , se obtiene un valor de la resistencia a la compresión simple de:

$$(q_u) \text{ de } = 960 \text{ KPa} = 9,79 \text{ Kg/cm}^2 .$$

### ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH según UNE 103 801)

PETICIONARIO: MEZOINGENIERÍA

ENSAYO: **P-2**

COORDENADAS

OBRA: NUEVA NAVE IND. EL MAYADOR

MÁQUINA: Rolatec

X: 311.582,23

SITUACIÓN: Pol. Ind. La Rasa - Villaviciosa

REALIZADO: Carlos Suárez

Y: 4.820.673,91

FECHA: 5 de Enero de 2023

SUPERVISIÓN: Manuel Lobo

Z: 125,20

PROFUNDIDAD DEL NIVEL  
FREÁTICO (m)

NO

ANCHO DE ZAPATA, B (m):

1,0

LITOLOGÍA

ARCILLAS Y  
MARGAS

PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN (m):

-1,0

COEFIC. CORRELACIÓN  $N_{DPSH} - N_{SPT}$

1,504

PROMEDIO  $N_{SPT}$  2B BAJO CIMENTACIÓN:

Nivel Freático	Profundidad (m)	$N_{DPSH}$	$N_{SPT}$	$N_{SPT}$ corregido	Resistencia Dinámica (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según la fórmula de los holandesas (Rd/20) (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según Terzaghy&Peck (kg/cm <sup>2</sup> )	Rellenos de gravas calizas
	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	0,2	56	84	84	346,0	17,3	10,5	
NO	0,4	19	29	29	117,4	5,9	3,6	
NO	0,6	15	23	23	92,7	4,6	2,9	
NO	0,8	51	77	77	315,1	15,8	9,6	
NO	1,0	100	150	150	617,8	30,9	18,8	

R = 0,99 m

El DPSH nº 2, dio rechazo dentro relleno antrópico de gravas calizas de cantera, a 1 m de profundidad.



**ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS**  
**SUPERVISADO**  
**SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**  
**CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL**

Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01  
Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL]  
Inscrito con el nº : 1523  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE>

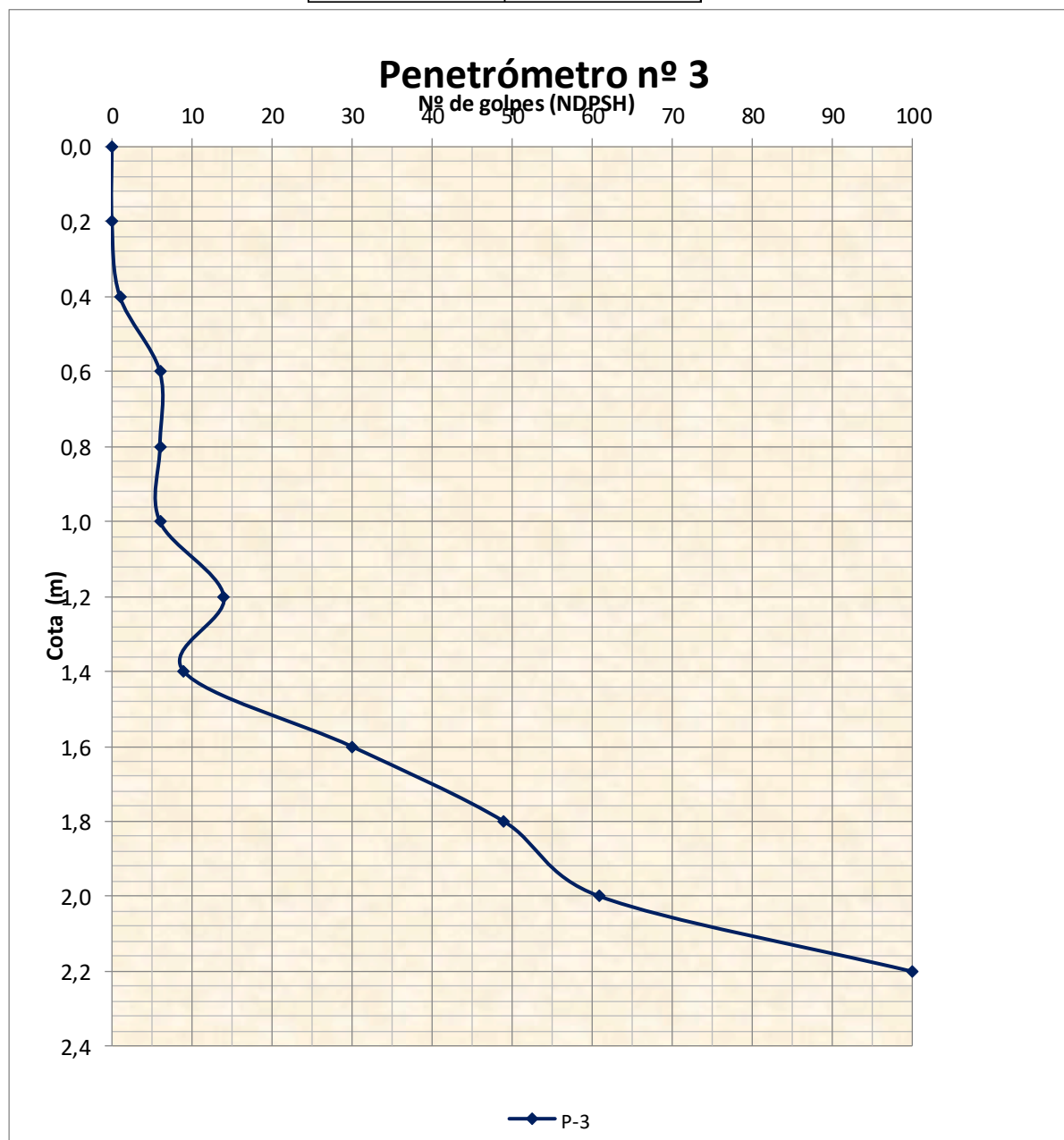


AS23-MCL-01

## ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH según UNE 103 801)

<b>PETICIONARIO:</b> MEZOINGENIERÍA	<b>ENSAYO:</b> <b>P-3</b>	<b>COORDENADAS</b>
<b>OBRA:</b> NUEVA NAVE IND. EL MAYADOR	<b>MÁQUINA:</b> Rolatec	<b>X:</b> 311.583,86
<b>SITUACIÓN:</b> Pol. Ind. La Rasa - Villaviciosa	<b>REALIZADO:</b> Carlos Suárez	<b>Y:</b> 4.820.719,90
<b>FECHA:</b> 5 de Enero de 2023	<b>SUPERVISIÓN:</b> Manuel Lobo	<b>Z:</b> 125,66
<b>PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (m)</b> <span style="color: red;">NO</span>	<b>ANCHO DE ZAPATA, B (m):</b> <span style="color: red;">1,0</span>	
<b>LITOLOGÍA</b> <span style="color: red;">ARCILLAS Y MARGAS</span>	<b>PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN (m):</b> <span style="color: red;">-1,0</span>	
<b>COEFIC. CORRELACIÓN <math>N_{DPSH} - N_{SPT}</math></b> <span style="color: red;">1,504</span>	<b>PROMEDIO <math>N_{SPT}</math> 2B BAJO CIMENTACIÓN:</b> <span style="color: red;">66</span>	

Nivel Freático	Profundidad (m)	$N_{DPSH}$	$N_{SPT}$	$N_{SPT}$ corregido	Resistencia Dinámica (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según la fórmula de los holandesas (Rd/20) (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según Terzaghy&Peck (kg/cm <sup>2</sup> )	
	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	0,2	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	0,4	1	2	2	6,2	0,3	0,3	
NO	0,6	6	9	9	37,1	1,9	1,1	
NO	0,8	6	9	9	37,1	1,9	1,1	
NO	1,0	6	9	9	37,1	1,9	1,1	
NO	1,2	14	21	21	81,3	4,1	2,6	
NO	1,4	9	14	14	52,2	2,6	1,8	
NO	1,6	30	45	45	174,1	8,7	5,6	
NO	1,8	49	74	74	284,4	14,2	9,3	
NO	2,0	61	92	92	354,0	17,7	11,5	
NO	2,2	100	150	150	547,2	27,4	18,8	
	2,4	R a 2,18 m						



**Figura 9.** Gráfico mostrando los golpes del NDPSH nº1, hasta alcanzar el rechazo en profundidad.



Hacemos la correlación entre los resultados del DPSH -3 con el Ensayo de Penetración Estandar SPT de los sondeos y nos dan los siguientes resultados de  $N$ ,  $N_{70}$ ,  $N_{60}$  y  $N_{55}$ .

Al mismo tiempo calculamos el grado de rozamiento interno y el módulo de compresibilidad ( $E'$ ) a partir de los golpes de los ensayos DPSH, para cada nivel y hacemos la media de los penetrómetros por niveles.

PROF	DPSH	SPT	SPT con NF	p. Efectiva [kPa]	C <sub>N</sub>	η <sub>2</sub>	N <sub>70</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>55</sub>	NIVEL GEOTÉCNICO		
0,2	0	0	0	0	4	4,89285193	0,75	0	0	0	Arcillas grises	N-1A
0,4	1	1	2	2	8	3,45976878	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
0,6	6	1	9	9	12	2,82488938	0,75	15	18	19	Arcillas grises	N-1A
0,8	6	1	9	9	16	2,44642596	0,75	13	15	17	Arcillas grises	N-1A
1,0	6	1	9	9	20	2,1881499	0,75	12	14	15	Arcillas grises	N-1A
1,2	14	1	19	17	24	1,99749844	0,75	23	27	29	Arcillas grises	N-1A
1,4	9	1	12	12	28	1,8493242	0,75	14	16	18	Arcillas grises	N-1A
1,6	30	1	37	26	32	1,72988439	0,75	40	47	51	Margas arcillosas grises	N-1B
1,8	49	1	57	36	36	1,63095064	0,75	59	69	75	Margas arcillosas grises	N-1B
2,0	61	1	70	42	40	1,54725563	0,75	69	81	88	Margas arcillosas grises	N-1B
2,2	100	1	109	62	44	1,47525036	0,75	103	120	131	Margas arcillosas grises	N-1B

Tabla 7. - Correlación del Ensayo de penetración dinámica nº 3, a ensayos SPT

### Estudio estadístico de la Presión admisible a partir del D.P.S.H nº 3.

**Para el nivel N1A de arenas limosas con algo de grava grises del Penetrómetro nº 3**

En la siguiente tabla 8, se incluyen los resultados estadísticos obtenidos en el ensayo de D.P.S.H. en el nivel N-1 (Arenas finas limosas grises blandas) existentes entre - 0,00 y - 2,20 m de profundidad:

**Tabla 8.- Valores estadísticos del nivel N-3 del ensayo D.P.S.H. entre -0,0 y -2,20 m de profundidad**

N 1A - Arcillas grises plásticas y cohesivas (entre 0,0 y 1,4 m)									
Ndpsh	Nspt	N70	N60	N55	phi	Es	Es'		
6	8	11	13	15	29	63	85	Promedio	
4,7	6,2	7,7	9,0	9,8	27	48	65	Desv Estandar	
0	0	0	0	0	15	18	24	Min	
14	19	23	27	29	35	108	145	Max	

En función del valor medio obtenido para el  $N_{70}$ , = 11, **se puede considerar que estos materiales presentan una consistencia RIGIDA (Stiff)** según la propuesta incluida en [BOWLES97], tal como se comprueba en la Figura 10.

Consistency		$N'_{70}$	$q_u$ , kPa	Remarks
Very soft	NC	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3-5	25 - 50	Very easily deformed by squeezing
Medium		6-9	50 - 100	? ?
Stiff	Increasing OCR	10-16	100 - 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17-30	200 - 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

**Figura 10.** Consistencia para suelos cohesivos saturados y correlación entre el valor  $N_{70}$  y la resistencia a la compresión simple. Tabla 3-5 incluida en [BOWLES97].

Igualmente, a partir de la tabla anterior, para un golpeo medio representativo de este nivel, (Arcillas grises) del  $N_{70}=11$ , se obtiene un valor de la resistencia a la compresión simple de:

$$(q_u) \text{ de } = 116,66 \text{ KPa} = 1,19 \text{ Kgf/cm}^2 .$$

### Para el nivel N1B de margas arcillosas grises del Penetrómetro nº 3

En la siguiente tabla 10, se incluyen los resultados estadísticos obtenidos en el ensayo de D.P.S.H. en el nivel N-1B Margas arcillosas grises existentes entre - 1,60 y - 2,20 m de profundidad:

N 1B - Margas arcillosas grises (entre 1,6 y 2,2 m)								
Ndpsh	Nspt	$N_{70}$	$N_{60}$	$N_{55}$	$\phi$	Es	Es'	
60	68	68	79	86	50	282	380	Promedio
29,6	30,3	26,4	30,8	33,6	37	121	163	Desv Estandar
30	37	40	47	51	42	174	234	Min
100	109	103	120	131	58	419	564	Max

**Tabla 10.-** Valores estadísticos del nivel N-1B del ensayo D.P.S.H. entre -1,6 y -2,20 m de profundidad

En función del valor medio obtenido para el  $N_{70}$ , = 68, se puede considerar que estos materiales presentan una consistencia **DURA (Hard)** según la propuesta incluida en [BOWLES97], tal como se comprueba en la Figura 8.

Consistency		$N'_{70}$	$q_u$ , kPa	Remarks
Very soft	NC	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3-5	25 - 50	Very easily deformed by squeezing
Medium		6-9	50 - 100	? ?
Stiff	Increasing OCR	10-16	100 - 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17-30	200 - 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

**Figura 11.** Consistencia para suelos cohesivos saturados y correlación entre el valor  $N_{70}$  y la resistencia a la compresión simple. Tabla 3-5 incluida en [BOWLES97].

Igualmente, a partir de la tabla anterior, para un golpeo medio representativo de este nivel, (Margas arcillosas grises) del  $N_{70}=68$ , se obtiene un valor de la resistencia a la compresión simple de:  $(q_u) \text{ de } = 906,66 \text{ KPa} = 9,25 \text{ Kgf/cm}^2 .$



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**SUPERVISADO**  
 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01  
 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 1523  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE>

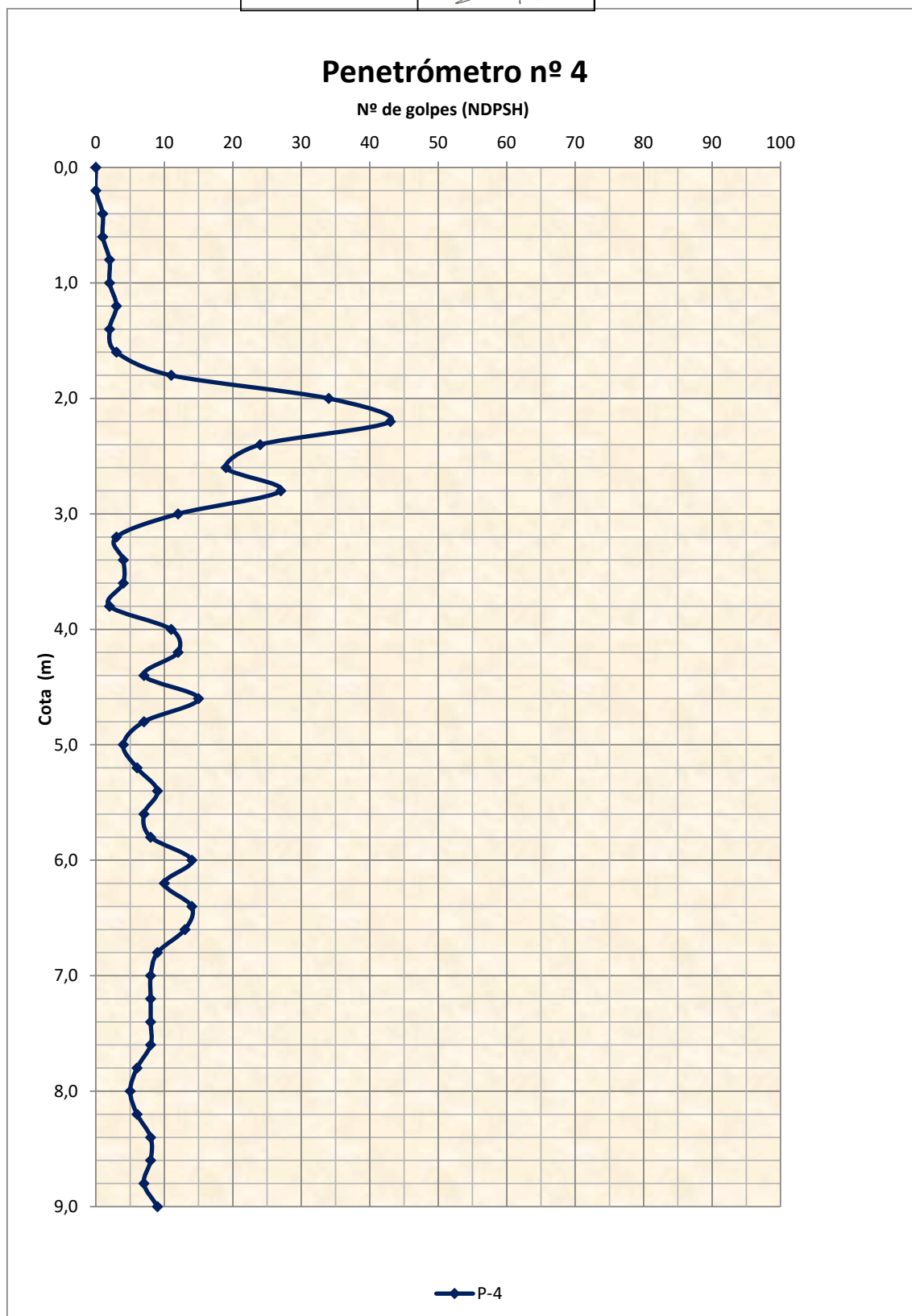


AS23-MCL-01

## ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH según UNE 103 801)

**PETICIONARIO:** MEZOINGENIERÍA      **ENSAYO:** **P-4**      **COORDENADAS**  
**OBRA:** NUEVA NAVE IND. EL MAYADOR      **MÁQUINA:** Rolatec      **X:** 311725,64  
**SITUACIÓN:** Pol. Ind. La Rasa - Villaviciosa      **REALIZADO:** Carlos Suárez      **Y:** 4820716,00  
**FECHA:** 5 de Enero de 2023      **SUPERVISIÓN:** Manuel Lobo      **Z:** 129,00  
**PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (m)** **NO**      **ANCHO DE ZAPATA, B (m):** **1,0**  
**LITOLOGÍA** **ARCILLAS Y MARGAS**      **PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN (m):** **-1,0**  
**COEFIC. CORRELACIÓN  $N_{DPSH} - N_{SPT}$**  **1,504**      **PROMEDIO  $N_{SPT}$  2B BAJO CIMENTACIÓN:** **26**

Nivel Freático	Profundidad (m)	$N_{DPSH}$	$N_{SPT}$	$N_{SPT}$ corregido	Resistencia Dinámica (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según la fórmula de los holandesas (Rd/20) (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según Terzaghy&Peck (kg/cm <sup>2</sup> )	
	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	0,2	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	0,4	1	2	2	6,2	0,3	0,3	
NO	0,6	1	2	2	6,2	0,3	0,3	
NO	0,8	2	3	3	12,4	0,6	0,4	
NO	1,0	2	3	3	12,4	0,6	0,4	
NO	1,2	3	5	5	17,4	0,9	0,6	
NO	1,4	2	3	3	11,6	0,6	0,4	
NO	1,6	3	5	5	17,4	0,9	0,6	
NO	1,8	11	17	17	63,8	3,2	2,1	
NO	2,0	34	51	51	197,3	9,9	6,4	
NO	2,2	43	65	65	235,3	11,8	8,1	
NO	2,4	24	36	36	131,3	6,6	4,5	
NO	2,6	19	29	29	104,0	5,2	3,6	
NO	2,8	27	41	41	147,8	7,4	5,1	
NO	3,0	12	18	18	65,7	3,3	2,3	
NO	3,2	3	5	5	15,5	0,8	0,6	
NO	3,4	4	6	6	20,7	1,0	0,8	
NO	3,6	4	6	6	20,7	1,0	0,8	
NO	3,8	2	3	3	10,4	0,5	0,4	
NO	4,0	11	17	17	56,9	2,8	2,1	
NO	4,2	12	18	18	58,9	2,9	2,3	
NO	4,4	7	11	11	34,4	1,7	1,4	
NO	4,6	15	23	23	73,7	3,7	2,9	
NO	4,8	7	11	11	34,4	1,7	1,4	
NO	5,0	4	6	6	19,6	1,0	0,8	
NO	5,2	6	9	9	28,0	1,4	1,1	
NO	5,4	9	14	14	42,0	2,1	1,8	
NO	5,6	7	11	11	32,7	1,6	1,4	
NO	5,8	8	12	12	37,4	1,9	1,5	
NO	6,0	14	21	21	65,4	3,3	2,6	
NO	6,2	10	15	15	44,5	2,2	1,9	
NO	6,4	14	21	21	62,4	3,1	2,6	
NO	6,6	13	20	20	57,9	2,9	2,5	
NO	6,8	9	14	14	40,1	2,0	1,8	
NO	7,0	8	12	12	35,6	1,8	1,5	
NO	7,2	8	12	12	34,1	1,7	1,5	
NO	7,4	8	12	12	34,1	1,7	1,5	
NO	7,6	8	12	12	34,1	1,7	1,5	
NO	7,8	6	9	9	25,5	1,3	1,1	
NO	8,0	5	8	8	21,3	1,1	1,0	
NO	8,2	6	9	9	24,5	1,2	1,1	
NO	8,4	8	12	12	32,6	1,6	1,5	
NO	8,6	8	12	12	32,6	1,6	1,5	
NO	8,8	7	11	11	28,5	1,4	1,4	
NO	9,0	9	14	14	36,7	1,8	1,8	



**Figura 12.** Gráfico mostrando los golpes del NDPSH nº4, hasta alcanzar 9,0 m de profundidad.



AS23-MCL-01

Hacemos la correlación entre los resultados del DPSH-4 con el Ensayo de Penetración Estandar SPT de los sondeos y nos dan los siguientes resultados de  $N$ ,  $N_{70}$ ,  $N_{60}$  y  $N_{55}$ .

Al mismo tiempo calculamos el grado de rozamiento interno y el módulo de compresibilidad ( $E'$ ) a partir de los golpes de los ensayos DPSH, para cada nivel y hacemos la media de los penetrómetros por niveles.

PROF	DPSH	SPT	SPT con NF	p. Efectiva [kPa]	C <sub>N</sub>	η <sub>2</sub>	N <sub>70</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>55</sub>	NIVEL GEOTÉCNICO			
0,2	0	0	0	0	4	4,89285193	0,75	0	0	0	Arcillas grises	N-1A	
0,4	1	1	2	1	2	3,45976878	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A	
0,6	1	1	2	1	2	12	2,82488938	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
0,8	2	1	3	1	3	16	2,44642596	0,75	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
1,0	2	1	3	1	3	20	2,1881499	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
1,2	3	1	5	1	5	24	1,99749844	0,75	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
1,4	2	1	3	1	3	28	1,8493242	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
1,6	3	1	5	1	5	32	1,72988439	0,75	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
1,8	11	1	15	1	15	36	1,63095064	0,75	15	18	19	Arcillas grises	N-1A
2,0	34	1	41	1	28	40	1,54725563	0,75	40	47	51	Margas arcillosas grises	N-1B
2,2	43	1	51	1	33	44	1,47525036	0,75	48	56	61	Margas arcillosas grises	N-1B
2,4	24	1	30	1	23	48	1,41244469	0,75	27	32	34	Margas arcillosas grises	N-1B
2,6	19	1	24	1	20	52	1,35703296	0,75	21	25	27	Margas arcillosas grises	N-1B
2,8	27	1	33	1	24	56	1,30766968	0,75	28	33	36	Margas arcillosas grises	N-1B
3,0	12	1	16	1	16	60	1,26332894	0,75	13	15	17	Margas arcillosas grises	N-1B
3,2	3	1	5	1	5	64	1,22321298	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
3,4	4	1	6	1	6	68	1,1866909	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
3,6	4	1	6	1	6	72	1,15325626	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
3,8	2	1	3	1	3	76	1,12249722	0,75	2	2	3	Arcillas grises	N-1A
4,0	11	1	15	1	15	80	1,09407495	0,75	10	12	13	Arcillas grises	N-1A
4,2	12	1	16	1	16	84	1,06770783	0,85	12	14	15	Margas arcillosas grises	N-1B
4,4	7	1	10	1	10	88	1,04315954	0,85	7	8	9	Margas arcillosas grises	N-1B
4,6	15	1	20	1	17	92	1,02023015	0,85	14	16	18	Margas arcillosas grises	N-1B
4,8	7	1	10	1	10	96	0,99874922	0,85	7	8	9	Arcillas grises	N-1A
5,0	4	1	6	1	6	100	0,97857039	0,85	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
5,2	6	1	9	1	9	104	0,95956721	0,85	6	7	8	Arcillas grises	N-1A
5,4	9	1	12	1	12	108	0,94162979	0,85	8	9	10	Arcillas grises	N-1A
5,6	7	1	10	1	10	112	0,9246621	0,85	6	7	8	Arcillas grises	N-1A
5,8	8	1	11	1	11	116	0,90857979	0,85	7	8	9	Arcillas grises	N-1A
6,0	14	1	19	1	17	120	0,89330846	0,85	12	14	15	Margas arcillosas grises	N-1B
6,2	10	1	14	1	14	124	0,87878215	0,95	9	11	11	Margas arcillosas grises	N-1B
6,4	14	1	19	1	17	128	0,86494219	0,95	13	15	17	Margas arcillosas grises	N-1B
6,6	13	1	17	1	16	132	0,85173619	0,95	12	14	15	Margas arcillosas grises	N-1B
6,8	9	1	12	1	12	136	0,83911718	0,95	8	9	10	Arcillas grises	N-1A
7,0	8	1	11	1	11	140	0,82704293	0,95	7	8	9	Arcillas grises	N-1A
7,2	8	1	11	1	11	144	0,81547532	0,95	7	8	9	Arcillas grises	N-1A
7,4	8	1	11	1	11	148	0,8043799	0,95	7	8	9	Arcillas grises	N-1A
7,6	8	1	11	1	11	152	0,79372539	0,95	7	8	9	Arcillas grises	N-1A
7,8	6	1	9	1	9	156	0,78348335	0,95	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
8,0	5	1	7	1	7	160	0,77362782	0,95	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
8,2	6	1	9	1	9	164	0,76413509	0,95	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
8,4	8	1	11	1	11	168	0,75498344	0,95	6	7	8	Arcillas grises	N-1A
8,6	8	1	11	1	11	172	0,74615292	0,95	6	7	8	Arcillas grises	N-1A
8,8	7	1	10	1	10	176	0,73762518	0,95	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
9,0	9	1	12	1	12	180	0,7293833	0,95	7	8	9	Arcillas grises	N-1A

Tabla 11. - Correlación del Ensayo de penetración dinámica nº 4, a ensayos SPT



AS23-MCL-01

### Estudio estadístico de la Presión admisible a partir del D.P.S.H nº 4.

#### Para el nivel N1A de arenas limosas grises del Penetrómetro nº 4

En la siguiente tabla 12, se incluyen los resultados estadísticos obtenidos en el ensayo de D.P.S.H. en el nivel N-1A (Arcillas grises blandas existentes entre - 0,00 y - 2,20 m de profundidad:

N 1A - Arcillas grises plásticas y cohesivas (entre 0,0 y 1,8 m; entre 3,2 y 4,0; entre 4,8 y 5,8 y entre 6,8 y 9,0 m )									
Ndpsh	Nspt	N70	N60	N55	phi	Es	Es'		
6	6	6	6	6	25	36	48	Promedio	
3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	22	28	38	Desv Estandar	
0	0	0	0	0	15	18	24	Min	
11	11	11	11	11	29	52	70	Max	

**Tabla 12.-** Valores estadísticos del nivel N-3 del ensayo D.P.S.H. entre -0,0 y -1,80 m, ENTRE 3,2 y 4,0 m; entre 4,8 y 5,8 m y entre 6,8 y 9,0 m de profundidad

En función del valor medio obtenido para el  $N_{70} = 6$ , se puede considerar que estos materiales presentan una consistencia **MEDIO (Medium)** según la propuesta incluida en [BOWLES97], tal como se comprueba en la Figura 13.

Consistency		$N'_{70}$	$q_u$ , kPa	Remarks
Very soft	NC Young clay	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3-5	25- 50	Very easily deformed by squeezing
Medium		6-9	50- 100	??
Stiff	Increasing OCR Aged/ cemented	10-16	100- 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17-30	200- 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

**Figura 13.** Consistencia para suelos cohesivos saturados y correlación entre el valor  $N_{70}$  y la resistencia a la compresión simple. Tabla 3-5 incluida en [BOWLES97].

Igualmente, a partir de la tabla anterior, para un golpeo medio representativo de este nivel, (Arcillas grises) del  $N_{70} = 6$ , se obtiene un valor de la resistencia a la compresión simple de:

$$(q_u) \text{ de } = 50 \text{ KPa} = 0,51 \text{ Kg/cm}^2.$$



AS23-MCL-01

### Para el nivel N1B de margas arcillosas grises del Penetrómetro nº 4

En la siguiente tabla 14, se incluyen los resultados estadísticos obtenidos en el ensayo de D.P.S.H. en el nivel N-1B Margas arcillosas grises existentes entre - 1,60 y - 2,20 m de profundidad:

N 1B - Margas arcillosas grises (entre 2,0 y 3,0 m; entre 4,2 y 4,6 m; y entre 6,0 y 6,6 m )									
Ndpsh	Nspt	N70	N60	N55	phi	Es	Es'		
18	18	18	18	18	33	73	98	Promedio	
10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	29	51	69	Desv Estandar	
7	7	7	7	7	26	40	54	Min	
43	43	43	43	43	43	150	202	Max	

**Tabla 14.-** Valores estadísticos del nivel N-1B del ensayo D.P.S.H.4, entre -2 y -3,0 m; entre -4,2 y -4,6 m y entre - 6,0 y -6,6 m de profundidad

En función del valor medio obtenido para el  $N_{70}$ , = 18, **se puede considerar que estos materiales presentan una consistencia MUY RIGIDA (Very Stiff)** según la propuesta incluida en [BOWLES97], tal como se comprueba en la Figura 14.

Consistency		$N'_{70}$	$q_u$ , kPa	Remarks
Very soft	NC	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3-5	25- 50	Very easily deformed by squeezing
Medium	Increasing OCR	6-9	50- 100	? ?
Stiff		10-16	100- 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17-30	200- 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

**Figura 14.** Consistencia para suelos cohesivos saturados y correlación entre el valor  $N_{70}$  y la resistencia a la compresión simple. Tabla 3-5 incluida en [BOWLES97].

Igualmente, a partir de la tabla anterior, para un golpeo medio representativo de este nivel, (Margas arcillosas grises) del  $N_{70}$  = 18, se obtiene un valor de la resistencia a la compresión simple de:

$$(q_u)_{de} = 215,38 \text{ KPa} = 2,196 \text{ Kgf/cm}^2 .$$



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**SUPERVISADO**  
 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01  
 Colegiado : Manuel Lobo Tapiello[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 1523  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE>



AS23-MCL-01

## ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH según UNE 103 801)

PETICIONARIO: MEZOINGENIERÍA

ENSAYO: **P-5**

COORDENADAS

OBRA: NUEVA NAVE IND. EL MAYADOR

MÁQUINA: Rolatec

X: 311675,64

SITUACIÓN: Pol. Ind. La Rasa - Villaviciosa

REALIZADO: Carlos Suárez

Y: 4820716,99

FECHA: 5 de Enero de 2023

SUPERVISIÓN: Manuel Lobo

Z: 128,97

PROFUNDIDAD DEL NIVEL  
FREÁTICO (m)

NO

ANCHO DE ZAPATA, B (m): 1,0

LITOLOGÍA

ARCILLAS Y  
MARGAS

PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN (m): -1,0

COEFIC. CORRELACIÓN  $N_{DPSH} - N_{SPT}$  1,504PROMEDIO  $N_{SPT}$  2B BAJO CIMENTACIÓN: 3

Nivel Freático	Profundidad (m)	$N_{DPSH}$	$N_{SPT}$	$N_{SPT}$ corregido	Resistencia Dinámica (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según la fórmula de los holandeses (Rd/20) (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión admisible según Terzaghy&Peck (kg/cm <sup>2</sup> )	
	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	0,2	1	2	2	6,2	0,3	0,3	
NO	0,4	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	0,6	1	2	2	6,2	0,3	0,3	
NO	0,8	2	3	3	12,4	0,6	0,4	
NO	1,0	2	3	3	12,4	0,6	0,4	
NO	1,2	1	2	2	5,8	0,3	0,3	
NO	1,4	1	2	2	5,8	0,3	0,3	
NO	1,6	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
NO	1,8	1	2	2	5,8	0,3	0,3	
NO	2,0	2	3	3	11,6	0,6	0,4	
NO	2,2	3	5	5	16,4	0,8	0,6	
NO	2,4	2	3	3	10,9	0,5	0,4	
NO	2,6	2	3	3	10,9	0,5	0,4	
NO	2,8	2	3	3	10,9	0,5	0,4	
NO	3,0	3	5	5	16,4	0,8	0,6	
NO	3,2	4	6	6	20,7	1,0	0,8	
NO	3,4	4	6	6	20,7	1,0	0,8	
NO	3,6	100	150	150	517,7	25,9	18,8	
NO	3,8							
NO	4,0							
NO	4,2							
NO	4,4							
NO	4,6							

Arenas limosas grises

Margas arcillosas grises

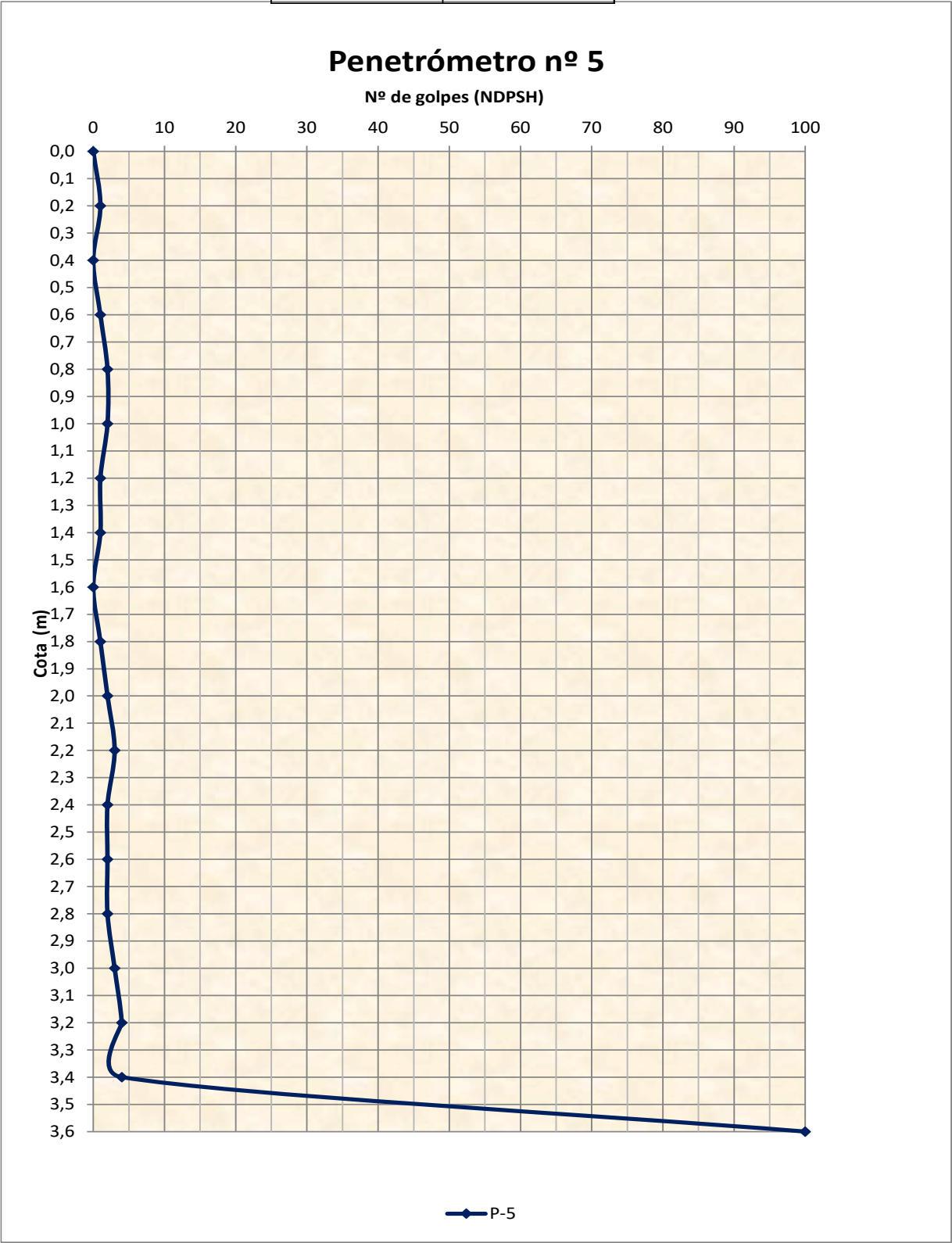


Figura 15. Gráfico mostrando los golpes del NDPSH nº1, hasta alcanzar el rechazo en profundidad.



AS23-MCL-01

Hacemos la correlación entre los resultados del DPSH-5 con el Ensayo de Penetración Estandar SPT de los sondeos y nos dan los siguientes resultados de  $N$ ,  $N_{70}$ ,  $N_{60}$  y  $N_{55}$ .

Al mismo tiempo calculamos el grado de rozamiento interno y el módulo de compresibilidad ( $E'$ ) a partir de los golpes de los ensayos DPSH, para cada nivel y hacemos la media de los penetrómetros por niveles.

PROF	DPSH	SPT	SPT con NF	p. Efectiva [kPa]	C <sub>N</sub>	η <sub>2</sub>	N <sub>70</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>55</sub>	NIVEL GEOTÉCNICO			
0,2	1	1	2	1	2	4	4,89285193	0,75	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
0,4	0	0	0	0	0	8	3,45976878	0,75	0	0	0	Arcillas grises	N-1A
0,6	1	1	2	1	2	12	2,82488938	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
0,8	2	1	3	1	3	16	2,44642596	0,75	5	6	6	Arcillas grises	N-1A
1,0	2	1	3	1	3	20	2,1881499	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
1,2	1	1	2	1	2	24	1,99749844	0,75	2	2	3	Arcillas grises	N-1A
1,4	1	1	2	1	2	28	1,8493242	0,75	2	2	3	Arcillas grises	N-1A
1,6	0	0	0	0	0	32	1,72988439	0,75	0	0	0	Arcillas grises	N-1A
1,8	1	1	2	1	2	36	1,63095064	0,75	1	1	1	Arcillas grises	N-1A
2,0	2	1	3	1	3	40	1,54725563	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
2,2	3	1	5	1	5	44	1,47525036	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
2,4	2	1	3	1	3	48	1,41244469	0,75	2	2	3	Arcillas grises	N-1A
2,6	2	1	3	1	3	52	1,35703296	0,75	2	2	3	Arcillas grises	N-1A
2,8	2	1	3	1	3	56	1,30766968	0,75	2	2	3	Arcillas grises	N-1A
3,0	3	1	5	1	5	60	1,26332894	0,75	3	4	4	Arcillas grises	N-1A
3,2	4	1	6	1	6	64	1,22321298	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
3,4	4	1	6	1	6	68	1,1866909	0,75	4	5	5	Arcillas grises	N-1A
3,6	100	1	109	1	62	72	1,15325626	0,75	80	93	102	Margas arcillosas grises	N-1B

Tabla 15. - Correlación del Ensayo de penetración dinámica nº 5, a ensayos SPT

### Estudio estadístico de la Presión admisible a partir del D.P.S.H nº 5.

#### Para el nivel N1A de arcillas grises del Penetrómetro nº 5

En la siguiente tabla 16, se incluyen los resultados estadísticos obtenidos en el ensayo de D.P.S.H. en el nivel N-1 (Arenas limosas grises blandas) existentes entre - 0,00 y - 3,40 m de profundidad:

N 1A - Arcillas grises plásticas y cohesivas (entre 0,0 y 1,8 m; entre 3,2 y 4,0; entre 4,8 y 5,8 y entre 6,8 y 9,0 m)									
Ndpsh	Nspt	N70	N60	N55	phi	Es	Es'		
6	6	6	6	6	25	36	48	Promedio	
3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	22	28	38	Desv Estandar	
0	0	0	0	0	15	18	24	Min	
11	11	11	11	11	29	52	70	Max	

Tabla 16.- Valores estadísticos del nivel N-3 del ensayo D.P.S.H. entre -0,0 y -1,80 m, entre 3,2 y 4,0 m; entre 4,8 y 5,8 m y entre 6,8 y 9,0 m de profundidad

En función del valor medio obtenido para el  $N_{70}$ , = 6, se puede considerar que estos materiales presentan una consistencia MEDIO (Medium) según la propuesta incluida en [BOWLES97], tal como se comprueba en la Figura 16.



AS23-MCL-01

Consistency			$N_{70}$	$q_u$ , kPa	Remarks
Very soft	NC	Young clay	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft			3-5	25- 50	Very easily deformed by squeezing
Medium	Increasing OCR	Aged/ cemented	6-9	50- 100	? ?
Stiff			10-16	100- 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff			17-30	200- 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard			>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

**Figura 16.** Consistencia para suelos cohesivos saturados y correlación entre el valor  $N_{70}$  y la resistencia a la compresión simple. Tabla 3-5 incluida en [BOWLES97].

Igualmente, a partir de la tabla anterior, para un golpeo medio representativo de este nivel, (Arcillas grises) del  $N_{70}=6$ , se obtiene un valor de la resistencia a la compresión simple de:

$$(q_u)_{de} = 50 \text{ KPa} = 0,51 \text{ Kg/cm}^2.$$

Para el nivel N1B de margas arcillosas grises el Penetrómetro nº 5, da rechazo a -3,60 m de profundidad, en dicho nivel.

### 5.3. TABLA 17 - RESUMEN DE LOS VALORES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE CALCULADAS A PARTIR DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayos DPSH	DPSH nº 1	DPSH nº 2	DPSH nº3	DPSH nº 4	DPSH nº 5
Nivel 1A, $q_u$	0,64 Kg/cm <sup>2</sup>		1,19 Kg/cm <sup>2</sup>	0,51 Kg/cm <sup>2</sup>	0,51 Kg/cm <sup>2</sup>
Nivel 1B, $q_u$	9,79 Kg/cm <sup>2</sup>		9,25 Kg/cm <sup>2</sup>	2,20 Kg/cm <sup>2</sup>	
Phi 1A	26°		29°	25°	25°
E 1A	4		63	36	36
Phi 1B	51°		50°	33°	
E 1B	300		282	73	
$Q_u$ Media 1A	0,71 Kg/cm <sup>2</sup>				
$Q_u$ Media 1B	7,08 Kg/cm <sup>2</sup>				
Phi medio 1A	26°				
E medio 1A	35 Mpa = 350 Kp/cm <sup>2</sup>				
Phi medio 1B	45°				
E medio 1B	218 Mpa = 2223 Kp/cm <sup>2</sup>				

## 6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayo (tipo y nº)	Tipo de muestra	Profundidad (m)	Nivel Litológico	Densidad aparente (tn/m <sup>3</sup> )	Densidad seca (tn/m <sup>3</sup> )	Humedad (%)	Límites de Atterberg L.L. L.P. I.P.			Granulometría (% que pasa) 5,0 2,0 0,4 0,08				ENSAYOS QUÍMICOS SUELOS	
														Sulfatos mg/Kg	Acidez ml/Kg
S-1	M.I.	2,0 a 2,6	N-1A	2,13	1,73	23,60	-	-	S.G.	89,0	85,0	81,0	45,1	249,0	22,00
S-1	SPT	2,6 a 3,2	N-1AB												

MI MUESTRA INALTERADA  
 SPT TOMAMUESTRAS ABIERTO  
 TR TESTIGO REPRESENTATIVO DE ROCA  
 MA MUESTRA ALTERADA  
 SH SHELBY  
 TP TESTIGO PARAFINADO

Tabla 18. Resumen estadístico de los ensayos de laboratorio realizados sobre el nivel N-1A

Nota : El ensayo SPT, entra en parte de los 2 subniveles litológicos N-1A y N-1B

### GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO Y PLASTICIDAD (LÍMITES DE ATTERBERG)

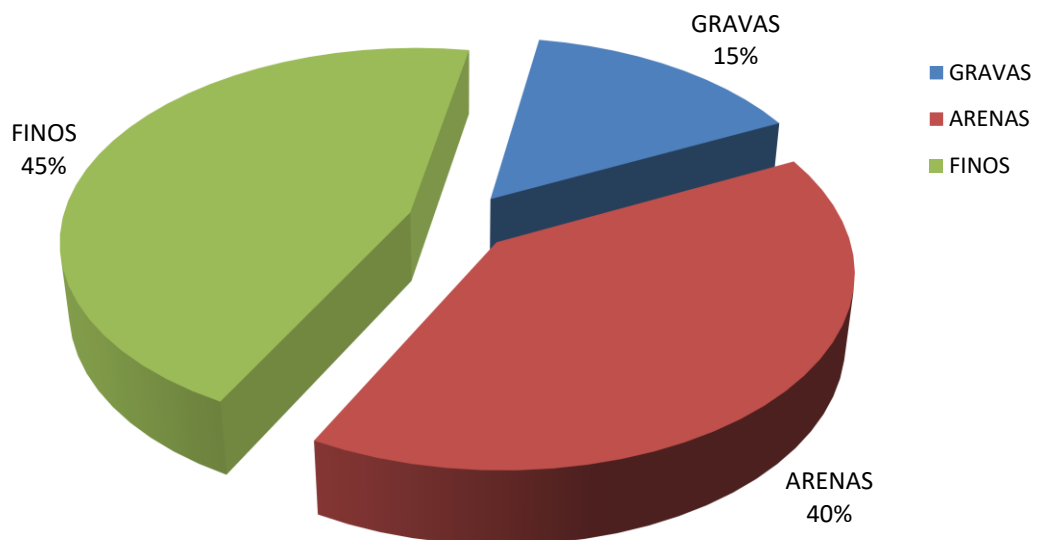
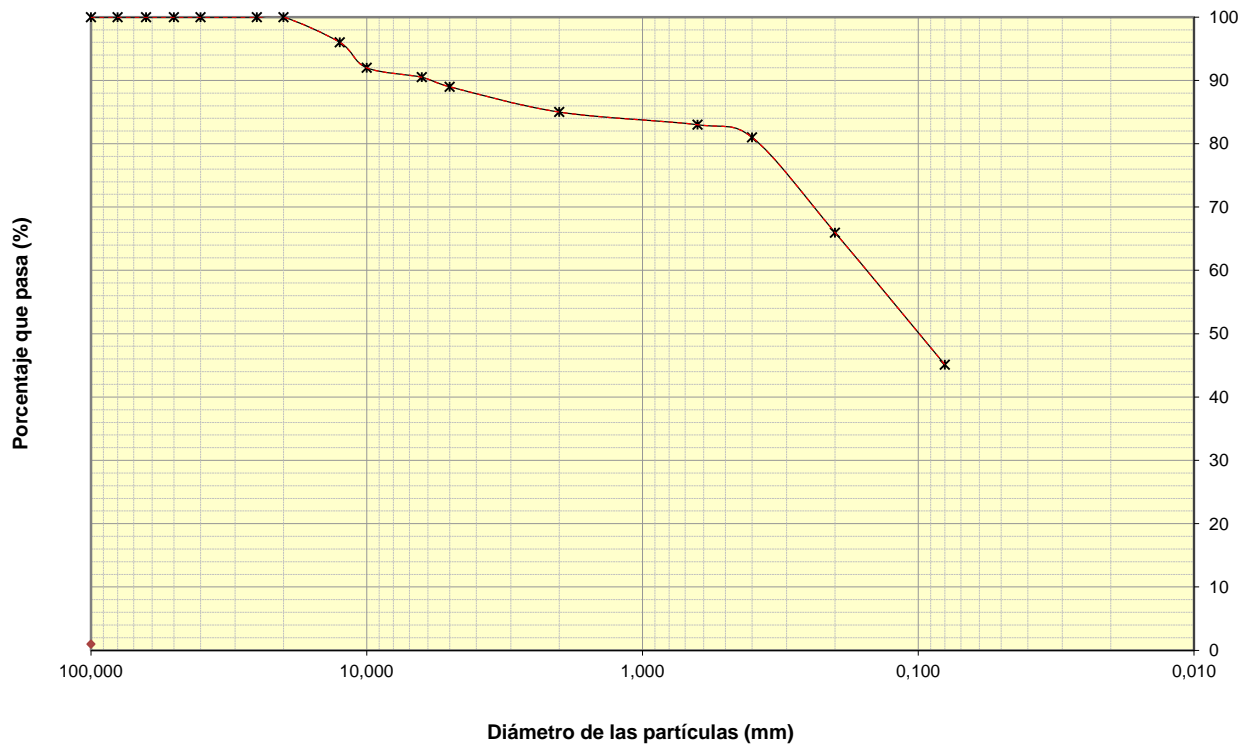
#### CLASIFICACIÓN DEL SUELO (según U.S.C.S.)

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
100	100,00	100,00
80	100,00	100,00
63	100,00	100,00
50	100,00	100,00
40	100,00	100,00
25	100,00	100,00
20	100,00	100,00
12,5	96,00	96,00
10	92,00	92,00
6,3	90,50	90,50
5	89,00	89,00
2	85,00	85,00
0,63	83,00	83,00
0,4	81,00	81,00
0,200	65,95	65,95
0,080	45,10	45,10

<b>D<sub>60</sub>:</b>	0,17 mm
<b>D<sub>30</sub>:</b>	mm
<b>D<sub>10</sub> (diámetro efectivo):</b>	mm
<b>Coefficiente de uniformidad (Cu):</b>	
<b>Grado de curvatura (Cc):</b>	

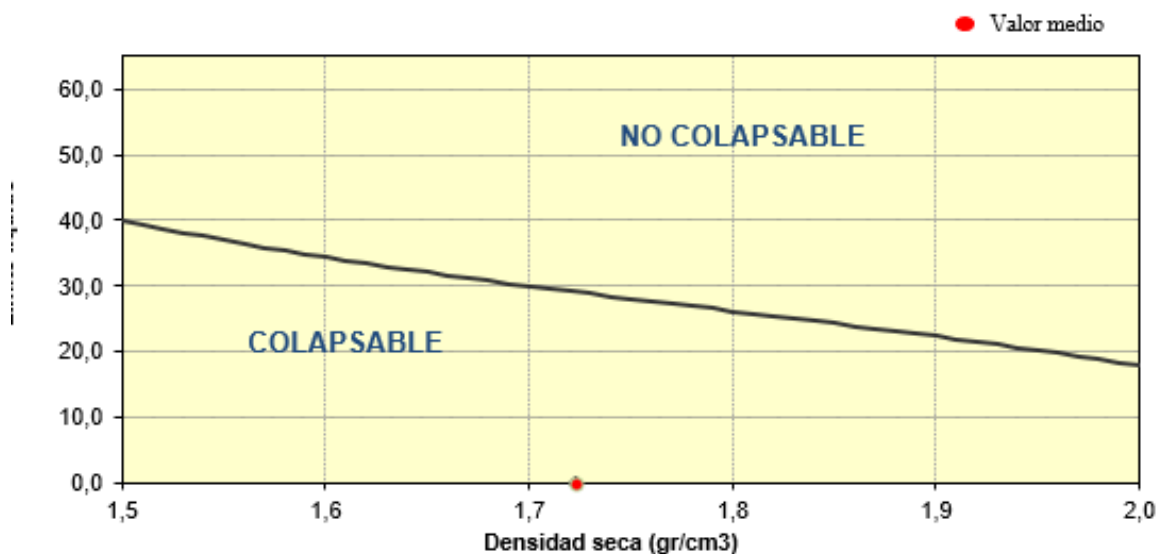
<b>LL</b>		%
<b>LP</b>		%
<b>IP</b>	0,00	%

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).  
**ARENA LIMOSA SM**



**Plasticidad: Suelo granular no plástico**

### Criterio de colapsabilidad de Gibbs



### Suelo colapsable

### Ensayo de Determinación de la Resistencia a la Rotura a Cizalla en aparato de Corte Directo sin Drenar y sin Consolidación (ensayo U.U.) según norma UNE 103 401:98

En muestra tipo Inalterada tomada en el sondeo entre 2,0 y 2,60 m de profundidad en el nivel N1A

Angulo de rozamiento interno  $\phi$  (°) = 36,8 °

Cohesión efectiva = 6 kPa = 0,061 Kg/cm<sup>2</sup>.

### COMPONENTES QUÍMICOS:

Se ha determinado el contenido en sulfatos solubles y el grado de acidez de un suelo a fin de determinar la agresividad de este respecto al hormigón, conforme a norma EHE Anejo 5.

Muestra Inalterada (arcilla de baja plasticidad, arenosa), Sondeo 1 de -2,00 a -2,60 metros:

- Acidez Baumann-Gully: 22 ml/kg
- Contenido en SO<sub>4</sub><sup>-</sup>: 249 mg/kg

### Suelo no agresivo



## 7. NIVEL FREÁTICO

En el sondeo realizado, no se ha detectado nivel freático alguno ni embolsamiento de aguas subálveas superficiales. Lo que si se ha detectado es que las capas de arenas limosas blandas se encuentran prácticamente saturadas de agua.

## 8. CALCULOS

### 8.1. RESUMEN DE LOS PARÁMETROS GEOTECNICOS

Una vez analizada toda la información relativa al subsuelo objeto de estudio (apartados 5 y 6), se ha definido un modelo geotécnico que ha sido empleado para los cálculos necesarios.

En la Tabla 19, se exponen los parámetros geotécnicos establecidos para cada una de las unidades existentes en subsuelo del terreno estudiado en el Pol. Industrial de La Rasa.

Parámetros	N-0	N-1A	N-1B
Peso específico natural, $\gamma_{nat}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	<b>2,20</b>	<b>2,16</b>	
Ángulo de fricción efectivo (media), $\phi'$ [°]	<b>38</b>	<b>25</b>	<b>44</b>
Cohesión efectiva, $c'$ [Kp/cm <sup>2</sup> ]	--	<b>0,28</b>	<b>3,5</b>
Módulo de deformación, $E'$ [Kp/cm <sup>2</sup> ]		<b>350</b>	<b>2223</b>
Coeficiente de Poisson, $\nu$	-	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>
Presión admisible (Kg/cm <sup>2</sup> )	-	<b>0,55</b>	<b>&gt; 5</b>
Permeabilidad, $k$ [m/s]	<b>10<sup>-3</sup></b>	<b>10<sup>-6</sup></b>	<b>10<sup>-9</sup></b>
Identificación	<b>Rellenos grava caliza</b>	<b>Arenas limosas</b>	<b>Margas arcillosas</b>
Plasticidad	<b>Nula</b>	<b>Nula</b>	<b>Nula</b>
Expansividad	<b>NULA</b>	<b>NULA</b>	<b>NULA</b>
Colapsabilidad	<b>No Colapsable</b>	<b>No Colapsable</b>	<b>No Colapsable</b>

**Tabla 19.** Parámetros geotécnicos asignados a los niveles geotécnicos, N-0→Rellenos de mejora con grava caliza, N-1Arenas y limos grises, N-1B→margas arcillosas y arcillas margosas-.

*(Los datos de N0 y N1A y N1B, son orientativos, fueron obtenidos de manera indirecta a partir del golpeo de los penetrómetros, con el método de Bowles97 y de tablas consultadas de la bibliografía.*

El ángulo de rozamiento efectivo de las unidades geotécnicas N0, N1 y N2 se han estimado según la expresión  $\phi' = \sqrt{18 \cdot N_{70}} + 15$ , incluida en [BOWLES97], a partir del valor mínimo representativo del  $N_{70}$  determinado para esta unidad geotécnica.



El módulo de deformación de las unidades geotécnicas N0, N1A y N-1B, se han estimado según la expresión  $E' = 320(N_{55} + 15)$ , incluida en [BOWLES97] para los rellenos antrópicos, las arenas limosas grises del Jurásico Superior (Malm), a partir del valor representativo del  $N_{55}$  determinado para estas unidades

El resto de parámetros incluidos, han sido estimados en función de las características definidas en el apartado 4, basándose en la bibliografía disponible.

## 8.2. DETERMINACIÓN DE LA COHESIÓN

Partiendo del ángulo de rozamiento interno, obtenido con las medias estadísticas de los  $N_{70}$  del penetrómetro (D.P.S.H.) y la presión admisible de cálculo de cada nivel o litología geológica, también obtenidas del tratamiento estadístico del golpeo del penetrómetro, estamos en disposición de obtener la cohesión de los distintos niveles geológicos, no obstante la determinación de la cohesión a partir del  $N_{70}$  no deja de ser un método estadístico indirecto, por lo que consideramos más exacto una determinación directa la cohesión, a partir de un ensayo de resistencia a la rotura por cizalla en aparato de corte directo, en la modalidad de sin consolidación y sin saturación (ensayo UU).

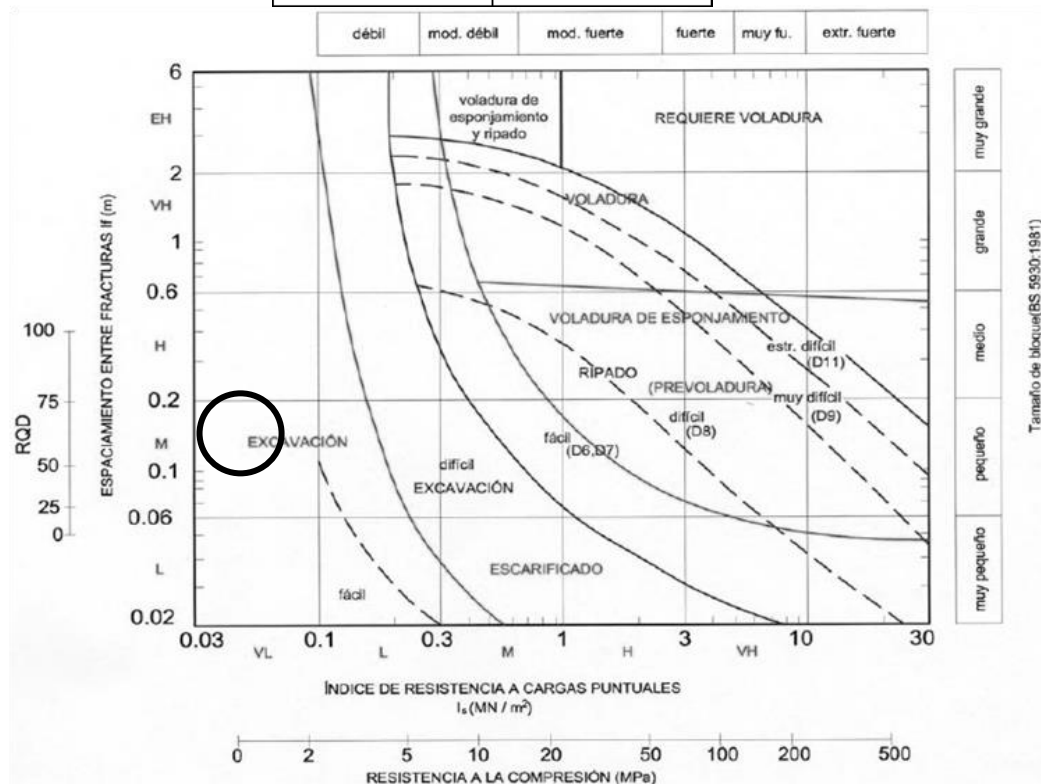
**En el caso de N1A, arenas limosas grises con algo de grava, la cohesión obtenida en el ensayo de Corte Directo llevado a cabo en la muestra tipo inalterada obtenida en el sondeo entre las profundidades de -2,0 a -2,60 m, la cohesión fue de 6 kPa = 0,061 Kg/cm<sup>2</sup>.**

## 8.3. EXCAVABILIDAD

Los materiales existentes en el terreno objeto de estudio, pueden clasificarse como materiales fácilmente excavables, en función de su facilidad de extracción:

- **Materiales excavables**, que se pueden extraer con maquinaria convencional (retroexcavadora). Este es el caso de materiales poco consolidados, consistencia blanda a media: niveles N0 (Rellenos de grava caliza con matriz arenosa limosa gris), así como los niveles N1A y N1B, alternancia de arenas limosas grises con capas de margas arcillosas, de **consistencia Media para el subnivel N1A y consistencia Dura, para el subnivel de margas arcillosas N1B.**

Franklin et al. (1.971) propusieron un gráfico en el que se definía la excavabilidad en función de la resistencia de la roca, medida mediante el ensayo de compresión simple y el RQD o espaciado de las discontinuidades. Posteriormente Pettifer y Fookes (1.994, en azul) propusieron una revisión de dicho gráfico, basándose en más de 100 casos de estudio, obteniéndose finalmente la siguiente figura 17:



**Figura 17.-** Excavabilidad de la roca en función del RQD y la resistencia a la compresión simple.

Por tanto, teniendo en cuenta las características generales de los materiales observados:

$$Q_U = 0,054 \text{ Mpa} = 0,55 \text{ Kg/cm}^2$$

RQD = se trata de un suelo arenoso limoso, por tanto, no tiene RQD, pero por los tramos de sondeo a sección completa, 2,20 m en 3,20 m de testigo, se puede asimilar a un RQD = 69 %

Por todo ello, estos materiales serán susceptibles de ser excavados, con medios mecánicos convencionales tipo pala retroexcavadora en los niveles de alternancia de arenas limosas y margas arcillosas grises (unidad geotécnica N-1).



#### 8.4.- ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE EXCAVACIÓN

El proyecto a llevar a cabo, Nave Industrial diáfana de una única planta, con el apoyo de cimiento a -1 m por debajo de la cota 0, o cota de solera de la Nave Industrial existente (cota absoluta aproximada 125 m). Por tanto, será preciso llevar a cabo unos 5 m de excavación en la zona de los penetrómetros nº 4 y nº 5.

En el entorno del terreno a edificar, no existen construcciones colindantes, salvo en la zona Sur la nave existente con cota aproximada 125 m. Por tanto, el apoyo de cimiento se situará aproximadamente a la cota 124 m.

Por todo ello, será necesario una excavación de unos 5 m en la zona Norte (penetrómetros nº 4 y nº 5) y de 1 m en la zona Sur (ensayos de penetración dinámica superpesada nº 1, nº 2).

El terreno tiene una capacidad portante media de 0,55 Kg/cm<sup>2</sup> en los niveles superficiales de arenas limosas grises (nivel N1A), para las solicitudes de carga de la nave y solera con cargas de almacén y insuficiente para la zona de solera con sobrecargas de uso de 1,1 Kg/cm<sup>2</sup>, zona de solera donde la carga será mayor, según los datos proporcionados por la ingeniería (Mezoingeniería).

Por ello, en la zona de la solera donde la carga será mayor, con solicitudes de carga superiores a las del terreno, será preciso llevar a cabo, una mejora del terreno mediante el sistema de excavación y relleno de mejora de los niveles excavados con materiales de mayor módulo de compresibilidad que el del terreno natural existente.

El espesor de dicha mejora, será calculado en un capítulo posterior, a lo que habrá que añadir la excavación del nivel más superficial de la zona norte, hasta lograr una explanada mejorada a la cota del apoyo de cimiento.

Por ello como solución a los taludes de excavación, será necesario tender los taludes de la zona Norte, hasta un ángulo de unos 35°, ya que el grado de rozamiento interno del nivel más superficial es de  $\phi \approx 35^\circ$ , según el ensayo de Corte Directo realizado en la muestra inalterada del sondeo, muestra tomada entre las profundidades de 2,0 a 2,6 m.

En la Zona Sur, zona de los penetrómetros nº 1 y nº 2, (parte colindante con la nave existente), existe una mejora de 2 m de espesor de rechazo de cantera o todo uno de cantera caliza, los taludes de excavación en esa zona se mantendrán prácticamente verticales, en la excavación necesaria para la mejora del terreno.



### 8.5.- SOLUCIÓN A LA CIMENTACIÓN

El subsuelo del solar estudiado, en sus niveles más superficiales tiene una capacidad portante suficiente para las solicitudes de uso de la cimentación de la nave industrial y la solera general de almacenamiento (P. Adm.=  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ ), estando el subsuelo constituido por una alternancia de suelos de arenas finas limosas grises alternantes con margas arcillosas.

Sin embargo para la zona donde se solicita mayor carga, la capacidad portante será insuficiente para soportar la carga de la cimentación de la Nave y la sobrecarga de uso de la solera.

En la zona de solera que va a recibir mayor carga, y según el proyectista, será de un mínimo de  $1,1 \text{ Kg/cm}^2$ . Como el subsuelo tiene una capacidad portante media, inferior a la carga de la solera donde va a llevar mayor carga, se da la circunstancia que esta solera estará ocasionalmente cargada de manera no homogénea, en los diferentes sitios, por tanto, proponemos que sean soleras independizadas unas de otras.

Para dar una solución de cimentación a esta solera de mayores cargas, proponemos una mejora del terreno por excavación y relleno por sustitución de un espesor determinado de materiales naturales, el relleno será de rechazo de cantera o similar y siempre compactado.

Calculamos a continuación el espesor de la mejora del terreno para lograr una capacidad portante de  $1,1 \text{ Kg/cm}^2$ .

### 8.6.- MEJORA DEL TERRENO DE APOYO DE CIMIENTO.

En el sondeo realizado, se ha detectado que existe, en el nivel más superficial, una antigua mejora del terreno de la cimentación de la Nave Preexistente.

Esta antigua mejora del terreno, con un espesor de 2 m está constituida por un relleno de tierras con piedras o grava de machaqueo de cantera caliza.

En la práctica habitual estos rellenos de mejora, suponen un aumento de la capacidad portante media de  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ , por cada metro de espesor de mejora de alta capacidad portante. Entendemos que la mejora preexistente en la actualidad al lado de la nave actual y alrededores, si fuera homogénea, sería suficiente para llevar a cabo una cimentación de zapata corrida calculada a una Tensión de Trabajo de  $1,1 \text{ Kg/cm}^2$ .



AS23-MCL-01

**No obstante, esta mejora existente en la zona colindante con la nave preexistente, solo se encuentra en la zona Sur (ensayos de penetración nº 1, nº 2 y sondeo realizado). En la zona Norte, no existe este relleno de mejora.**

**La mejora propuesta, para la zona donde va a llevar más carga la solera. deberá estar constituida por un relleno de material: tipo rechazo de cantera o todo uno procedente de cantera, y siempre con un grado de compactación óptimo.**

La mejora de todo uno o rechazo de cantera, una vez compactado, se logra un apoyo de cimiento de alto módulo de compresibilidad, siendo los asientos del tramo de mejora, prácticamente despreciables.

**Según la Teoría de la Sub-rasante de Boussinesq, la carga del bulbo de presiones de una cimentación se dispersa en el terreno según la tangente del ángulo de rozamiento interno del material que atraviesa.**

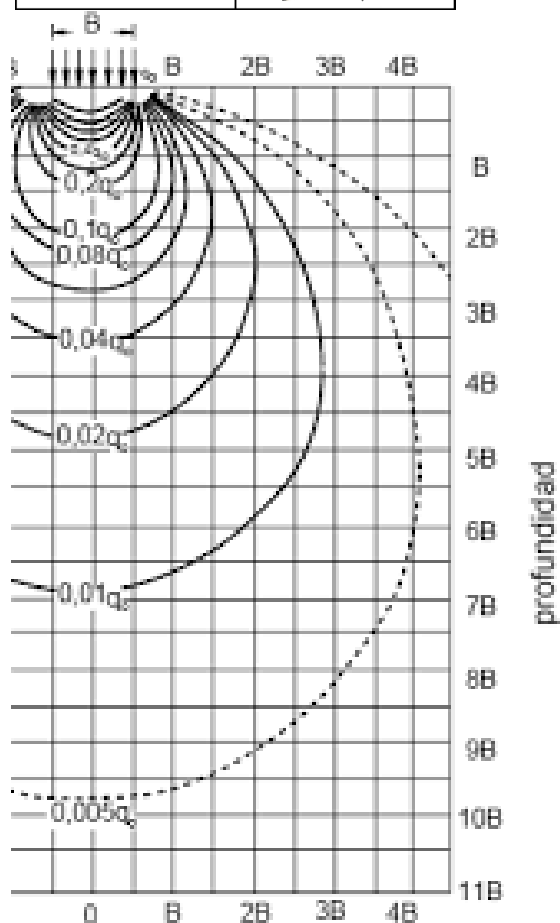


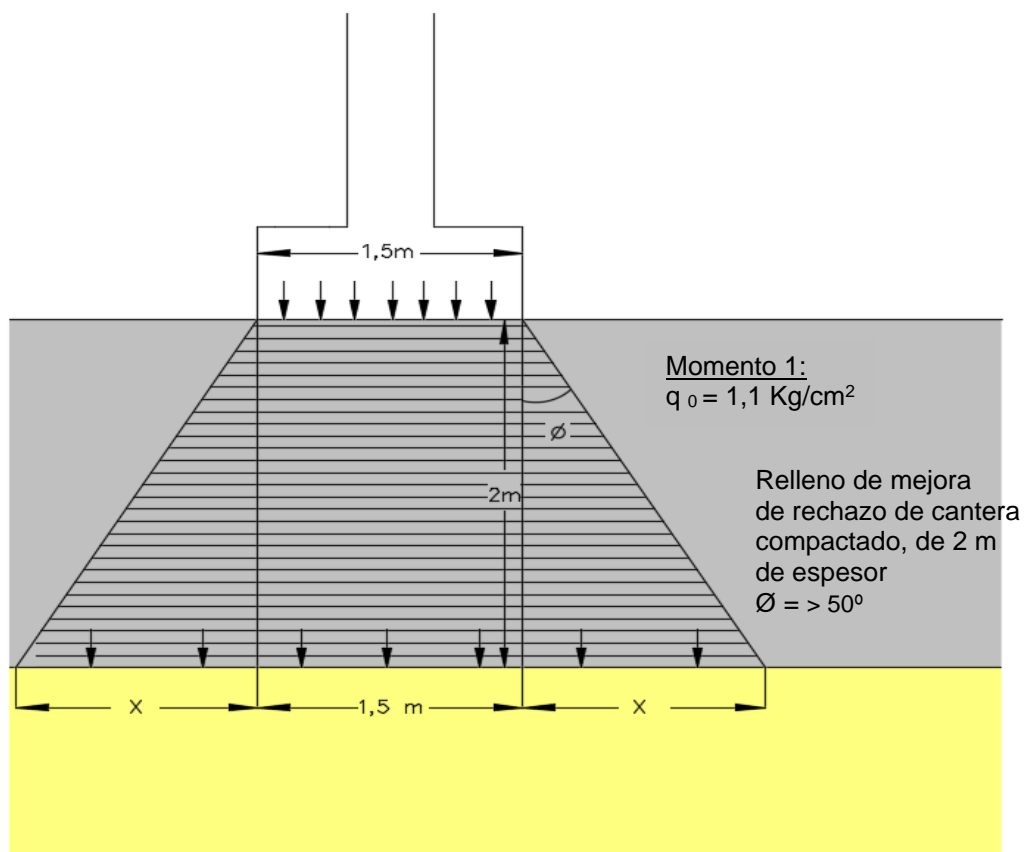
Figura 18.- Bulbo de presiones de una cimentación y dispersión de cargas con la profundidad, Boussinesq.

La dispersión de cargas en profundidad es infinita, no obstante, **se considera por convenio, que se alcanza una carga prácticamente nula ( $q = 0$ ), a una profundidad igual a 2 veces el ancho de cimiento.**

Según el diagrama de dispersión de cargas de Boussinesq, a una profundidad igual a 2 veces el ancho de cimiento, se alcanza una dispersión de cargas:  **$q = 0,1q_0$** .

Por tanto, si hacemos un relleno de material de mejora en el apoyo de cimiento, aumentando el ángulo de rozamiento interno, se produce una mayor dispersión de las cargas aportadas por la cimentación y al aumentarse la superficie del bulbo de presiones la carga transmitida disminuye.

Para un material fuertemente compactado, el ángulo de rozamiento interno supera 40°. Esto produce una dispersión de cargas de la cimentación tal que la mejora de la capacidad portante será del orden de 0,5 Kg/cm<sup>2</sup>, por cada metro de espesor de mejora, con lo cual para una cimentación calculada a una Tensión de Trabajo de 1,1 Kg/cm<sup>2</sup> (tensión de trabajo de la cimentación del Proyecto), 2 metros de espesor de mejora de terraplén bien compactado (ángulo de rozamiento igual o mayor de 40°), sería suficiente quedando del lado de la seguridad.



## 8.7.- CALCULO DE LA CARGA TRANSMITIDA

$$q_0 = P/S = 1,1 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde :

$q_0$  = carga de trabajo de la cimentación

P = Peso que aporta la nave a esa zapata

S = superficie de la cimentación = 146 x 1,5 m



(Partimos de un supuesto de ancho de cimiento de 1,5 m)

$\emptyset$  = ángulo de rozamiento interno del material.

Momento 1:

$$\operatorname{tg} \emptyset = \frac{X}{2m}$$

$$X = 2 \operatorname{tg} \emptyset$$

El rechazo de cantera compactado tiene  $\emptyset = > 50^\circ$ . Suponemos  $\emptyset = 50^\circ$ , del lado de la seguridad.

$$X = 2 (\operatorname{tg} 50^\circ) = 2 (1,19) = 2,38 \text{ m}$$

Momento 2:

El aumento de superficie en el momento 2, será:

$$2 X + 1,5 = 6,26 \text{ m}$$

$$P = 1,1 \text{ Kg/cm}^2 (146 \times 1,5 \text{ m})$$

$$P = Y (1,5 + 4 \operatorname{tg} 50^\circ) 146$$

$$P = P$$

$$146 \times 1,5 = Y (1,5 + 4 \operatorname{tg} 50^\circ) 146$$

$$Y = \frac{B}{B + (2 E \operatorname{tg} \emptyset)}$$

Siendo B el ancho de cimiento y E el espesor de la mejora.

$$Y = \frac{146 \times 1,5}{(1,5 + 4 \operatorname{tg} 50^\circ) 146}$$

$$Y = \frac{1,5}{1,5 + (4 \operatorname{tg} 50^\circ)} = 0,25 \text{ Kg/cm}^2$$



AS23-MCL-01

Por tanto, una mejora de 2 m de espesor de rechazo de cantera compactado, bajo el apoyo de la solera de mayores cargas, es suficiente para dispersar las cargas de manera que a la capa de arenas limosas grises infrayacente le llegue una carga  $< 0,25 \text{ Kg/cm}^2$ , suponiendo un  $\phi = 50^\circ$ , y siempre del lado de la seguridad, ya que un rechazo de cantera caliza bien compactado es capaz de mantenerse estable con ángulos cercanos a la vertical.

En cuanto a la cimentación de la nave y la solera de carga general de almacenamiento, con unas solicitaciones de carga de  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ , la capacidad portante del terreno en el nivel más superficial (nivel N1A), es del orden de  $0,55 \text{ Kg/cm}^2$  con lo cual, es suficiente para soportar dichas cargas con asientos que serán admisibles.

No obstante, para homogenizar las condiciones del apoyo de cimiento de la nave y de la solera con cargas de almacenaje general (zonas que no llevan tanta carga), **proponemos una mejora del terreno mínima de 0,5 m de espesor de rechazo de cantera debidamente compactada**, y de esta manera se minimizaran los asientos y asientos diferenciales que se pudieran producir.

#### **8.8.- CÁLCULO DE ASIENTOS CON UNA MEJORA DEL TERRENO DE 2 M DE ESPESOR Y ZAPATA CORRIDA CALCULADA A $1,1 \text{ Kg/cm}^2$ .**

Como el terreno tiene una capacidad portante insuficiente para soportar la cimentación de la nave y la sobrecarga de uso de la solera, que según la información que nos han facilitado debe ser de un mínimo de  $1,1 \text{ Kg/cm}^2$ , es preciso llevar a cabo una mejora del terreno de apoyo de cimiento por el método de excavación y relleno por sustitución del material existente por otro material de mayor módulo de compresibilidad, tipo rechazo de cantera caliza o similar, material que deberá extenderse y compactarse fuertemente a un mínimo del 95 % del Proctor Modificado.

A partir de esta premisa, vamos a calcular la capacidad portante final del terreno y mejora compactada a partir de los posibles asientos que se pudieran producir, con una carga que aportará la cimentación de la nave y la sobrecarga de uso de la solera de  $1,1 \text{ Kg/cm}^2$ , para una Presión Admisible de Cálculo de la cimentación tal que los asientos sean admisibles.



AS23-MCL-01

Los ensayos de penetración N° 1, N° 2 Y N° 3, no alcanzan la profundidad necesaria para el cálculo de los asientos, una vez hecha la mejora del terreno a la cota necesaria.

Utilizamos una hoja de cálculo (excel) para el cálculo de asientos, hoja de cálculo preparada por el profesor de la Universidad de Granada J. González Boada, aplicando los datos de golpeo del ensayo de penetración dinámica superpesada nº 4, ya que es el único que superó en profundidad la cota de inicio de mejora del terreno prevista (cota 122 m).

Para simular la mejora en la tabla de los golpes, ponemos  $N = 100$ , golpeo del rechazo, teniendo en cuenta la cota de excavación previa.

**Partimos de los siguientes datos:**

**Inicio de ensayo de penetración nº 4: cota 129 m.**

**Cota 0, o cota de solera nave nueva y nave preexistente: cota 125 m.**

**Apoyo de cimentación: cota 124 m; cota 123,5 m con una mejora en cimentación y solera general de 0,5 m.**

**Inicio de mejora en la zona de solera de mayor carga, (relleno rechazo cantera compactado): cota 122 m.**

El nivel N1, y sus dos subniveles (N1A y N1B) tienen diferente grado de consolidación, esto unido a la diferente naturaleza y características geotécnicas heterogéneas de dicho nivel, hace proponer, para estar al lado de la seguridad, que se lleve a cabo una cimentación extensa de zapata corrida o arriostrada, y de esta forma se evitara, los asientos diferenciales que se pudieran producir. Se cimentará a una Tensión Admisible de trabajo con menor grado de consistencia, para estar del lado de la seguridad.

**TABLA 20 - CALCULOS DE TENSIONES ADMISIBLES Y DISIPACIÓN DE CARGAS, BASADAS EN EL ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA N°4 Y ZAPATA CORRIDA Y MEJORA DEL TERRENO DE 2 M DE RECHAZO DE CANTERA COMPACTADO.**

Carga admisible (módulo de deformación y cohesión) a partir del ensayo de penetración									
Características de la máquina de ensayo									
Peso maza (M):		63,5 kg							
Altura caída maza (H):		76 cm							
Sección punta (A):		20 cm²							
Peso de una barra (P):		6,1 kg							
Terzaghi granular a partir N <sub>SPT</sub> :									
B ≤ 1.3 m : q <sub>a</sub> = $\frac{R_p}{8 \cdot \mu}$									
B > 1.3 m : q <sub>a</sub> = $R_p \cdot \left(1 + \frac{1}{3.3 \cdot B}\right)^2 \cdot \frac{1}{12 \cdot \mu}$									
Asientos máximos admisibles para estas fórmulas : 2.54 cm									
Densidad del terreno (γ): 2,16 gr/cm³ 0,0022 kg/cm³									
Profundidad cimentación (D): 5,00 m 500 cm									
Ancho de la zapata (B): 1,50 m 150 cm									
Largo de la zapata (L): 146 m 14600 cm									
Factor seguridad (F): 1,2									
Esfuerzo vertical σ <sub>z</sub> a profundidad z :									
$\sigma_{z \text{ media}} = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B + z \cdot \tan \alpha) \cdot (L + z \cdot \tan \alpha)}$									
Terzaghi con factor de forma, cohesivos :									
$q_{adm} = \frac{5.14 \cdot \left(1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot C_u}{F} + \gamma_h \cdot D$									
Carga admisible (q <sub>adm</sub> ): 1,10 kg/cm²									
Ángulo α (°): 50									
$R_d = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e(M + n \cdot P)}$									
$N_{SPT} = \frac{R_p}{\mu}$									
Ancho zapata (m): 1,5									
Valor μ 5									
Arenas Cohesivos φ=0									
Carga admisible (kg/cm²) (1) Carga admisible (kg/cm²) (2)									
Cota cero: Profundidad final: Fórmula a tener en cuenta: Carga transmitida según ángulo (kg/cm²) Carga admisible usada (kg/cm²)									
Cota 129 m 1 1,10									
Cota 0, superficie solera, cota 125 m									
Apoyo cimiento cota 124 m									

**MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD MEDIO BAJO CIMIENTO, E<sub>MEDIO</sub> = 863,6 Kg/cm<sup>2</sup>**



AS23-MCL-01

## ASIENTOS PARA ZAPATA CORRIDA DE CIMENTACIÓN

### Método de Steinbrenner para el cálculo de asientos

Nivel	Z <sub>final</sub> (m)	E (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,20	1956
2	0,40	1837
3	0,60	1837
4	0,80	1837
5	1,00	1837
6	1,20	1837
7	1,40	1731
8	1,60	1731
9	1,80	1731
10	2,00	1731
11	2,20	1731
12	2,40	131
13	2,60	131
14	2,80	131
15	3,00	98
16	3,20	82
17	3,40	93
18	3,60	124
19	3,80	124
20	4,00	109
21	4,00	140

Carga neta, q:	1,1 kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente Poisson:	0,45
Profundidad capa rígida:	4 m
Factor de seguridad:	1,20

Lado menor, b (m):	1,00	1,50	1,00	1,50
Lado mayor, a (m):	146,00	146,00	53,00	53,00
Asientos (cm):	0,00	0,53	0,37	0,52

Carga total (T):	1606,00	2409,00	583,00	874,50
------------------	---------	---------	--------	--------

Δq (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,33	0,43	0,32	0,42
---------------------------	------	------	------	------



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**SUPERVISADO**  
 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01  
 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 1523  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRDC02NVE>



AS23-MCL-01

K	a/b:	1	2	5	10	100
#####	K:	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92

NIVEL		Z	E	Coeficiente		n=a/b=		Centro					
		(m)	(kg/cm²)	Poisson		M	N	m=2z/b	(1+n²+m²)½	Ø <sub>1</sub>	Ø <sub>2</sub>	S(cm)	S(cm)
1	Inicio	0,0	1956	0,45		0,80	0,15	0,000	146,003	4,251	0,000	0,19	
	final	0,2	1956	0,45		0,80	0,15	0,400	146,004	4,203	0,152	0,19	0,0034
2	Inicio	0,2	1837	0,45		0,80	0,15	0,400	146,004	4,203	0,152	0,20	
	final	0,4	1837	0,45		0,80	0,15	0,800	146,006	4,093	0,228	0,19	0,0059
3	Inicio	0,4	1837	0,45		0,80	0,15	0,800	146,006	4,093	0,228	0,19	
	final	0,6	1837	0,45		0,80	0,15	1,200	146,008	3,967	0,265	0,19	0,0064
4	Inicio	0,6	1837	0,45		0,80	0,15	1,200	146,008	3,967	0,265	0,19	
	final	0,8	1837	0,45		0,80	0,15	1,600	146,012	3,846	0,284	0,18	0,0059
5	Inicio	0,8	1837	0,45		0,80	0,15	1,600	146,012	3,846	0,284	0,18	
	final	1,0	1837	0,45		0,80	0,15	2,000	146,017	3,738	0,295	0,18	0,0053
6	Inicio	1,0	1837	0,45		0,80	0,15	2,000	146,017	3,738	0,295	0,18	
	final	1,2	1837	0,45		0,80	0,15	2,400	146,023	3,642	0,302	0,17	0,0046
7	Inicio	1,2	1731	0,45		0,80	0,15	2,400	146,023	3,642	0,302	0,18	
	final	1,4	1731	0,45		0,80	0,15	2,800	146,030	3,557	0,306	0,18	0,0044
8	Inicio	1,4	1731	0,45		0,80	0,15	2,800	146,030	3,557	0,306	0,18	
	final	1,6	1731	0,45		0,80	0,15	3,200	146,038	3,480	0,308	0,17	0,0039
9	Inicio	1,6	1731	0,45		0,80	0,15	3,200	146,038	3,480	0,308	0,17	
	final	1,8	1731	0,45		0,80	0,15	3,600	146,048	3,411	0,310	0,17	0,0035
10	Inicio	1,8	1731	0,45		0,80	0,15	3,600	146,048	3,411	0,310	0,17	
	final	2,0	1731	0,45		0,80	0,15	4,000	146,058	3,349	0,312	0,17	0,0032
11	Inicio	2,0	1731	0,45		0,80	0,15	4,000	146,058	3,349	0,312	0,17	
	final	2,2	1731	0,45		0,80	0,15	4,400	146,070	3,291	0,313	0,16	0,0029
12	Inicio	2,2	131	0,45		0,80	0,15	4,400	146,070	3,291	0,313	2,17	
	final	2,4	131	0,45		0,80	0,15	4,800	146,082	3,238	0,314	2,13	0,0355
13	Inicio	2,4	131	0,45		0,80	0,15	4,800	146,082	3,238	0,314	2,13	
	final	2,6	131	0,45		0,80	0,15	5,200	146,096	3,189	0,314	2,10	0,0329
14	Inicio	2,6	131	0,45		0,80	0,15	5,200	146,096	3,189	0,314	2,10	
	final	2,8	131	0,45		0,80	0,15	5,600	146,111	3,144	0,315	2,07	0,0306
15	Inicio	2,8	98	0,45		0,80	0,15	5,600	146,111	3,144	0,315	2,76	
	final	3,0	98	0,45		0,80	0,15	6,000	146,127	3,101	0,315	2,72	0,0383
16	Inicio	3,0	82	0,45		0,80	0,15	6,000	146,127	3,101	0,315	3,26	
	final	3,2	82	0,45		0,80	0,15	6,400	146,144	3,061	0,315	3,21	0,0429
17	Inicio	3,2	93	0,45		0,80	0,15	6,400	146,144	3,061	0,315	2,83	
	final	3,4	93	0,45		0,80	0,15	6,800	146,162	3,023	0,316	2,80	0,0357
18	Inicio	3,4	124	0,45		0,80	0,15	6,800	146,162	3,023	0,316	2,10	
	final	3,6	124	0,45		0,80	0,15	7,200	146,181	2,987	0,316	2,07	0,0253
19	Inicio	3,6	124	0,45		0,80	0,15	7,200	146,181	2,987	0,316	2,07	
	final	3,8	124	0,45		0,80	0,15	7,600	146,201	2,954	0,316	2,05	0,0240
20	Inicio	3,8	109	0,45		0,80	0,15	7,600	146,201	2,954	0,316	2,33	
	final	4,0	109	0,45		0,80	0,15	8,000	146,222	2,921	0,316	2,30	0,0259
21	Inicio	4,0	140	0,45		0,80	0,15	8,000	146,222	2,921	0,316	1,79	
	final	4,0	140	0,45		0,80	0,15	8,000	146,222	2,921	0,316	1,79	0,0000



**ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS**  
**SUPERVISADO**  
**SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**  
**CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL**

Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01  
Colegiado : Manuel Lobo Tapiello[ET AL]  
Inscrito con el nº : 1523  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE>



AS23-MCL-01

## ASIENTOS DE LA SOLERA O LOSA CON SOBRECARGA DE USO

### Método de Steinbrenner para el cálculo de asientos

Nivel	Z <sub>final</sub> (m)	E (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,20	1956
2	0,40	1837
3	0,60	1837
4	0,80	1837
5	1,00	1837
6	1,20	1837
7	1,40	1731
8	1,60	1731
9	1,80	1731
10	2,00	1731
11	2,20	1731
12	2,40	131
13	2,60	131
14	2,80	131
15	3,00	91
16	3,20	82
17	3,40	93
18	3,60	124
19	3,80	124
20	4,00	109
21	4,00	140
22	4,00	
23	4,00	

Carga neta, q:	1,1 kg/cm <sup>2</sup>
Lado menor, b:	53,00 m
Lado mayor, a:	146,00 m
Coefficiente Poisson:	0,45
Factor de seguridad:	1,20
Profundidad capa rígida:	4 m
Δq (kg/cm <sup>2</sup> ):	1,04 kg/cm <sup>2</sup>

Asientos (cm)		
Esquina	Centro	Valor medio/Rígida
0,11	0,57	0,47

Módulo de balasto (kg/cm <sup>3</sup> )
2,348

Carga neta:	1,10 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad terreno:	2,16 gr/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación (terreno natural):	1,00 m
Carga vertical del terreno natural:	0,216 kg/cm <sup>2</sup>
Carga total bruta:	1,32 kg/cm <sup>2</sup>
Carga máxima de la losa:	101832 T

K	a/b:	1	2	5	10	100
0,828	K:	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92

					n=a/b=	2,755						
NIVEL		Z	E	Coefficiente	M	N	Centro					
		(m)	(kg/cm²)	Poisson	1-n²	1-n-2n²	m=2z/b	(1+n²+m²)½	Ø <sub>1</sub>	Ø <sub>2</sub>	S(cm)	S(cm)
1	Inicio	0,0	1956	0,45	0,80	0,15	0,000	2,931	1,730	0,000	4,11	
	final	0,2	1956	0,45	0,80	0,15	0,008	2,931	1,730	0,004	4,11	0,0017
2	Inicio	0,2	1837	0,45	0,80	0,15	0,008	2,931	1,730	0,004	4,38	
	final	0,4	1837	0,45	0,80	0,15	0,015	2,931	1,730	0,007	4,37	0,0019
3	Inicio	0,4	1837	0,45	0,80	0,15	0,015	2,931	1,730	0,007	4,37	
	final	0,6	1837	0,45	0,80	0,15	0,023	2,931	1,730	0,011	4,37	0,0019
4	Inicio	0,6	1837	0,45	0,80	0,15	0,023	2,931	1,730	0,011	4,37	
	final	0,8	1837	0,45	0,80	0,15	0,030	2,931	1,729	0,015	4,37	0,0020
5	Inicio	0,8	1837	0,45	0,80	0,15	0,030	2,931	1,729	0,015	4,37	
	final	1,0	1837	0,45	0,80	0,15	0,038	2,931	1,729	0,018	4,37	0,0021
6	Inicio	1,0	1837	0,45	0,80	0,15	0,038	2,931	1,729	0,018	4,37	
	final	1,2	1837	0,45	0,80	0,15	0,045	2,931	1,729	0,022	4,37	0,0022
7	Inicio	1,2	1731	0,45	0,80	0,15	0,045	2,931	1,729	0,022	4,63	
	final	1,4	1731	0,45	0,80	0,15	0,053	2,931	1,729	0,025	4,63	0,0024
8	Inicio	1,4	1731	0,45	0,80	0,15	0,053	2,931	1,729	0,025	4,63	
	final	1,6	1731	0,45	0,80	0,15	0,060	2,931	1,729	0,029	4,63	0,0025
9	Inicio	1,6	1731	0,45	0,80	0,15	0,060	2,931	1,729	0,029	4,63	
	final	1,8	1731	0,45	0,80	0,15	0,068	2,931	1,728	0,032	4,63	0,0026
10	Inicio	1,8	1731	0,45	0,80	0,15	0,068	2,931	1,728	0,032	4,63	
	final	2,0	1731	0,45	0,80	0,15	0,075	2,932	1,728	0,036	4,62	0,0026
11	Inicio	2,0	1731	0,45	0,80	0,15	0,075	2,932	1,728	0,036	4,62	
	final	2,2	1731	0,45	0,80	0,15	0,083	2,932	1,727	0,039	4,62	0,0027
12	Inicio	2,2	131	0,45	0,80	0,15	0,083	2,932	1,727	0,039	61,06	
	final	2,4	131	0,45	0,80	0,15	0,091	2,932	1,727	0,043	61,02	0,0371
13	Inicio	2,4	131	0,45	0,80	0,15	0,091	2,932	1,727	0,043	61,02	
	final	2,6	131	0,45	0,80	0,15	0,098	2,932	1,727	0,046	60,98	0,0382
14	Inicio	2,6	131	0,45	0,80	0,15	0,098	2,932	1,727	0,046	60,98	
	final	2,8	131	0,45	0,80	0,15	0,106	2,933	1,726	0,049	60,94	0,0393
15	Inicio	2,8	91	0,45	0,80	0,15	0,106	2,933	1,726	0,049	87,73	
	final	3,0	91	0,45	0,80	0,15	0,113	2,933	1,725	0,052	87,67	0,0582
16	Inicio	3,0	82	0,45	0,80	0,15	0,113	2,933	1,725	0,052	97,30	
	final	3,2	82	0,45	0,80	0,15	0,121	2,933	1,725	0,055	97,23	0,0663
17	Inicio	3,2	93	0,45	0,80	0,15	0,121	2,933	1,725	0,055	85,73	
	final	3,4	93	0,45	0,80	0,15	0,128	2,933	1,724	0,059	85,67	0,0599
18	Inicio	3,4	124	0,45	0,80	0,15	0,128	2,933	1,724	0,059	64,25	
	final	3,6	124	0,45	0,80	0,15	0,136	2,934	1,724	0,062	64,21	0,0461
19	Inicio	3,6	124	0,45	0,80	0,15	0,136	2,934	1,724	0,062	64,21	
	final	3,8	124	0,45	0,80	0,15	0,143	2,934	1,723	0,065	64,16	0,0472
20	Inicio	3,8	109	0,45	0,80	0,15	0,143	2,934	1,723	0,065	72,99	
	final	4,0	109	0,45	0,80	0,15	0,151	2,934	1,722	0,068	72,93	0,0549
21	Inicio	4,0	140	0,45	0,80	0,15	0,151	2,934	1,722	0,068	56,78	
	final	4,0	140	0,45	0,80	0,15	0,151	2,934	1,722	0,068	56,78	0,0000



### CONCLUSIÓN-RESUMEN DE ASIENTOS, TABLA 21:

Asientos con la mejora de 2 metros de rechazo cantera compactado.

Dimensiones ZAPATA	Asientos penetrómetro 4
146 x 1,0 x 1,0 m	0,0 cm
146 x 1,5 x 1,0 m	0,53 cm
53 x 1,0 x 1,0 m	0,37 cm
53 x 1,5 x 1,0 m	0,52 cm
Dimensiones SOLERA	Asientos penetrómetro 4
146 x 53 x 0,7 m	0,47 cm

**Los asientos medios son admisibles y lógicamente menores a los del terreno preexistente.**

La Norma Básica de Edificación NBE-AE/02, en el cual se incluye que el valor límite de asiento para cimentaciones sobre materiales sin cohesión (materiales arenosos-limosos), para construcciones con **estructuras metálicas hiperestáticas**, es de **50 mm**.

**Tabla 22.- Asientos admisibles según la Norma Básica de Edificación NBE- E/02**

Características del edificio	Asiento general máximo admisible en terrenos:	
	Sin cohesión (mm)	Coherentes (mm)
Obras de carácter monumental	12	25
Edificios con estructuras de hormigón armado de gran rigidez	35	50
Edificios con estructuras de hormigón armado de poca rigidez	50	75
Estructuras metálicas hiperestáticas		
Edificios con muros de fábrica		
Estructuras metálicas isostáticas	50	75
Estructuras de madera	Comprobando que no se produce desorganización en la estructura ni en los cerramientos	
Estructuras provisionales		



AS23-MCL-01

## 8.9.- ASIENTOS DIFERENCIALES

La mejora del terreno de apoyo de cimentación con 2 m de espesor de rechazo de cantera fuertemente compactado, hace homogéneo los 2 primeros metros por debajo del apoyo de cimiento, esto unido a una cimentación de zapata corrida, que por sí misma minimiza los posibles asientos diferenciales, **hace que los posibles asientos diferenciales sean mínimos e inapreciables.**

## 8.10.- COEFICIENTE DE BALASTO

El valor del Coeficiente de Balasto se calcula adecuadamente a partir de ensayos de carga con placa, con los cuales obtenemos el  $K_{30}$  para una pequeña superficie cargada en un terreno homogéneo y para una deformación producida.

Ante la falta de ensayos de carga con placa, se puede recurrir a la estimación de éste, a partir de tablas publicadas por diversos autores.

**El Proyecto de Construcción es una nave industrial de una única planta diáfana con la solera a cota 0, (cota absoluta 125 m) idéntica cota a la de la nave preexistente, con la cimentación apoyada sobre una mejora del terreno de todo uno calizo o rechazo de cantera fuertemente compactado dando rechazo al ensayo de penetración dinámica superpesada y con un  $E_{MEDIO} = 863,6 \text{ Kg/cm}^2$**

Para determinar dicho Coeficiente de Balasto Utilizamos la expresión de Jiménez Salas, en Geología y Cimientos III (Tabla 23), para arenas de miga (arenas finas limosas alternantes con margas arcillosas y arcillas margosas de consistencia DURA.



AS23-MCL-01

**Coeficiente de Balasto de una placa de 30 cm (1 pie<sup>2</sup>);  $K_{30} = 38 \text{ Kg/cm}^3$**

TIPO DE SUELO	Módulo de deformación $E_0$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de balasto Placa de 1 pie <sup>2</sup> $K_{S_1}$ (kg/cm <sup>3</sup> )
** Suelo fangoso	11,00 a 33,00	0,50 a 1,50
* Arena seca o húmeda, suelta ( $N_{SPT}$ 3 a 9)	0,16H a 0,48H	1,20 a 3,60
* Arena seca o húmeda, media ( $N_{SPT}$ 9 a 30)	0,48H a 1,60H	3,60 a 12,00
* Arena seca o húmeda, densa ( $N_{SPT}$ 30 a 50)	1,60H a 3,20H	12,00 a 24,00
* Grava fina con arena fina	1,07H a 1,33H	8,00 a 10,00
* Grava media con arena fina	1,33H a 1,60H	10,00 a 12,00
* Grava media con arena gruesa	1,60H a 2,00H	12,00 a 15,00
* Grava gruesa con arena gruesa	2,00H a 2,66H	15,00 a 20,00
* Grava gruesa firmemente estratificada	2,66H a 5,32H	20,00 a 40,00
** Arcilla blanda ( $q_u$ 0,25 a 0,50 kg/cm <sup>2</sup> )	15 a 30	0,65 a 1,30
** Arcilla media ( $q_u$ 0,50 a 2,00 kg/cm <sup>2</sup> )	30 a 90	1,30 a 4,00
** Arcilla compacta ( $q_u$ 2,00 a 4,00 kg/cm <sup>2</sup> )	90 a 180	4,00 a 8,00
Arcilla margosa dura ( $q_u$ 4,00 a 10,00 kg/cm <sup>2</sup> )	180 a 480	8,00 a 21,00
Marga arenosa rígida	480 a 1000	21,00 a 44,00
Arena de miga y tosco	500 a 2500	22 a 110
Marga	500 a 50000	22 a 2200
Caliza margosa alterada	3500 a 5000	150 a 220
Caliza sana	20000 a 800000	885 a 36000
Granito meteorizado	700 a 200000	30 a 9000
Granito sano	40000 a 800000	1700 a 3600

$H$  = Profundidad del pozo de cimentación en «cm»

\* = Los terrenos granulares si están sumergidos se tomarán con una  $E_0$  o  $K_{S_1}$  igual a los de la tabla multiplicados por 0,60.

\*\* = Los valores considerados corresponden a cargas de corta duración.

Si se consideran cargas permanentes que produzcan  $Q$  y  $M$  y ha de tener lugar la consolidación, se multiplicarán los valores  $E_0$  y  $K_{S_1}$  de la tabla por 0,25.

**Tabla 23. Valor estimado del Coeficiente de Balasto, según Jiménez Salas (1.981). "Geología y Cimientos III"**

Para determinar el Coeficiente de Balasto de la cimentación el cual depende del ancho de la misma, aplicamos la relación:

$$K_{cim} = K_{30} \times \left[ \frac{B+D}{2B} \right]^2$$

Donde:

$B$  = al ancho del cimiento

$D$  = diámetro de la placa de carga

$K_{30}$  = Es el Coeficiente de Balasto de una placa de carga de 30 cm de diámetro

$K_{CIM}$  = Coeficiente de Balasto de la cimentación de ancho determinado.



AS23-MCL-01

**En el caso de una cimentación por zapata corrida de 1,5 m de ancho máximo:**

Donde:

B = ancho del cimiento = 1,5 m (ancho del cimiento para el cual los asientos son admisibles serán menores de 35 mm).

D = diámetro de la placa = 0,30 m

Por tanto, si  $K_{30} = 38 \text{ Kg/cm}^3$

**Coeficiente de Balasto de una cimentación de 1,5 m de ancho (zapata corrida) es:**

$$K_{\text{CIM}} = 13,68 \text{ Kg/cm}^3$$

**Coeficiente de Balasto de una cimentación de 1,0 m de ancho (zapata corrida) es:**

$$K_{\text{CIM}} = 16,06 \text{ Kg/cm}^3$$



## 9. DETERMINACIÓN DE LA POSIBLE EXPANSIVIDAD DEL SUELO

Las arcillas expansivas, son aquellas que tienen susceptibilidad a sufrir importantes cambios de volumen en relación directa a los cambios de humedad del suelo. Esto se debe a ser arcillas que tienen en composición minerales, **especialmente del grupo de las montmorillonitas**, las cuales, al absorber agua u otros líquidos, modifican su estructura. Del mismo modo pueden sufrir la retracción del suelo, al desecarse o liberar agua contenida en él.

### IDENTIFICACIÓN EN CAMPO DE LAS ARCILLAS EXPANSIVAS

Los terrenos expansivos presentan unas características peculiares que permiten reconocerlas en el campo. Los principales indicios que permiten reconocer e identificar este tipo de terrenos se resumen en el siguiente listado.

- Suelos de colores: verdoso, azulado o grisáceo y textura satinada en corte fresco, suelen producir barro muy pegajoso en manos y calzado.
- Si la arcilla está húmeda, se moldea con facilidad. Pueden hacerse rollitos muy finos sin que se cuarteen las arcillas.
- Arcillas muy resistentes al tacto en condiciones secas.
- En verano el suelo presenta numerosas grietas poligonales muy abiertas y profundas.
- La morfología de estos terrenos es en colinas y cerros suaves, los desmontes suelen estar muy alterados o degradados.
- En laboratorio suelen tener el límite líquido y un índice de plasticidad muy elevado.

De mayor a menor potencial expansivo, tenemos las montmorillonitas sódicas, montmorillonitas cálcicas, vermiculitas, illitas y por último caolinitas.

El Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE), ha confeccionado un mapa de España, cuyo fragmento de la zona de la Región Asturiana, incluimos a continuación en la figura 19, y en la que se comprueba que la parcela objeto de estudio está fuera de las zonas con arcillas susceptibles de sufrir expansividad o retracción por cambios de humedad.

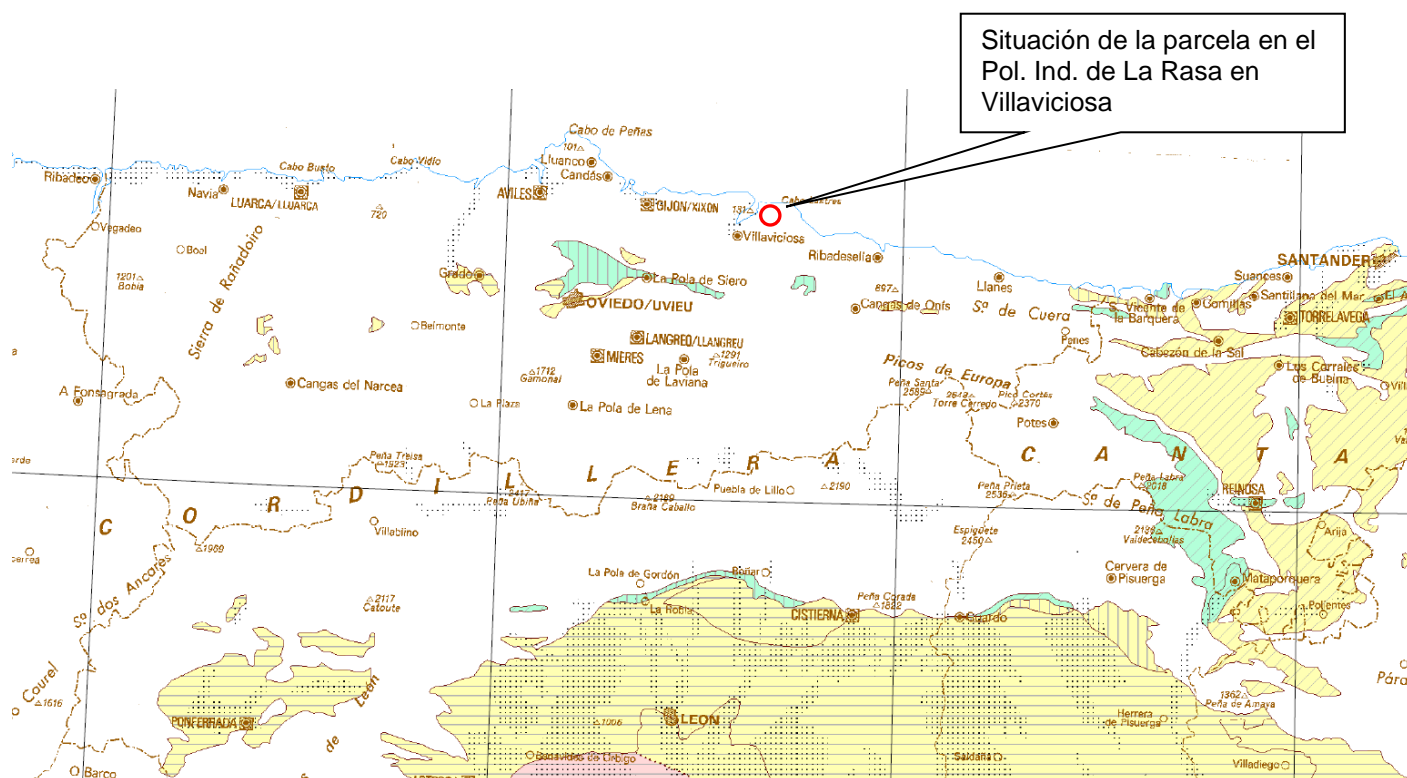


Figura 19.- Fragmento del Mapa España de Arcillas Expansivas del IGME



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**SUPERVISADO**  
 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01  
 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 1523  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE>



AS23-MCL-01

## LEYENDA



En el terreno objeto de estudio no existen arcillas, son materiales arenoso-limosos sin plasticidad

En la Muestra tipo Inalterada obtenida en el sondeo, se hicieron ensayos de identificación (granulometría, plasticidad, y humedad natural), para determinar la posible expansividad del suelo.

Con los resultados obtenidos, se ha podido determinar que se trata de un suelo de arenas finas con limos y un 45,1 % de partículas finas (que pasan el tamiz 0,080 UNE), y con una humedad natural de 23,6%.

Por tanto, según la identificación llevada a cabo conforme a la U.S.C.S., **es un suelo NO PLÁSTICO de arenas finas con limos y alguna partícula gruesa** correspondiente al Jurásico Superior (Malm) y teniendo en cuenta la humedad natural detectada, se ha determinado que es un suelo "COLAPSABLE" y "NO EXPANDIBLE", **lo que corrobora los datos incluidos en el mapa de España de arcillas expansivas del Instituto Tecnológico y Geominero de España.**

## 10.- ACCIONES SISMICAS

Según la NCSE-02 <sup>5</sup>, el terreno objeto de estudio, situado en el concejo de Villaviciosa, tal y como se muestra en el mapa de peligrosidad expuesto a continuación (ver Figura 8), y en el anejo 1 de dicha norma, este posee una aceleración sísmica básica inferior a 0,04g, y un coeficiente de contribución K=1.

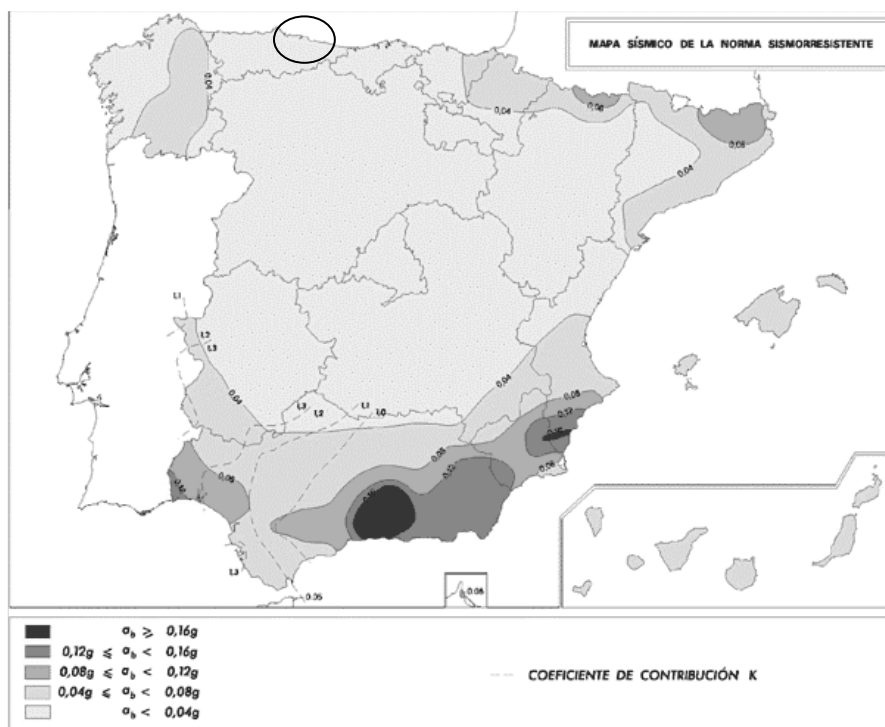


Figura 20 - . Mapa de Peligrosidad Sísmica de España según la NCSE-02.

El campo de aplicación de la norma viene recogido en el apartado 1.2.1, que es obligatorio, salvo:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04g.

El campo de aplicación de la norma viene recogido en el apartado 1.2.1, que es obligatorio, salvo:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04g.

<sup>5</sup> Norma de Construcción Sismorresistente (2.002), (Parte general y edificación), Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre.



AS23-MCL-01

- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones, cuando la aceleración sísmica básica,  $a_b$  sea inferior a 0,08g. No obstante, la norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas, si la aceleración sísmica de cálculo es igual o mayor de 0.06g.

Por tanto, dado que nos encontramos en una zona con un valor de la aceleración sísmica básica inferior a 0,04·g, **las previsiones de la citada norma no serán de aplicación.**



## **11.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LA ACCIÓN DEL GAS RADÓN.**

El gas radón es un gas radiactivo y cancerígeno que se genera por la descomposición natural del uranio, el cual se encuentra en casi todos los tipos de suelos. El radón se genera en el subsuelo y asciende entre los poros y fisuras del terreno hasta alcanzar la superficie. Una vez alcanza la superficie, podrá diluirse entre los gases de la atmósfera o penetrar en el interior de los edificios, ya sean viviendas o lugares de trabajo, a través de los materiales de construcción como las soleras de hormigón, los muros de carga o directamente por las fisuras. Al penetrar en un espacio cerrado como los sótanos o plantas bajas, el gas se va acumulando y aumentando su concentración de forma imperceptible, ya que es un gas inodoro, incoloro e inerte.

El pasado 27 de diciembre se publicó el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de Edificación (CTE), que incluye medidas de lucha contra el gas radón.

Supone la trasposición parcial de la Directiva 2013/59/EURATOM del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, cuyo plazo de trasposición venció en febrero de 2018.

Tras esta modificación, se crea dentro de los documentos básicos de salubridad una nueva sección denominada DB-HS6. Donde se establecen medidas básicas de protección para limitar la penetración del gas radón en los edificios de zonas donde se supera el nivel de referencia anual de 300 Bq/m<sup>3</sup>.

Las medidas de protección del DB-HS6 son de aplicación obligada en aquellos edificios de nueva construcción y para intervenciones en edificios existentes como ampliaciones, cambio de uso o reformas que estén ubicadas en zonas de riesgo de exposición a Radón. No obstante, estas medidas pueden ser aplicadas de manera preventiva en cualquier edificio con locales habitables, sean viviendas o lugares de trabajo.

### **NIVELES DE REFERENCIA**

El DB-H86 recoge el nivel de referencia anual de 300 Bq/m<sup>3</sup> establecido por la Directiva 2013/59/EURATOM como nivel máximo permisible. Es a partir de este valor cuando se deben adoptar medidas de protección.

Otros países miembros como Reino Unido o Irlanda han establecido niveles más restrictivos. Recordemos que la Organización Mundial de la Salud fija en 100 Bq/m<sup>3</sup> como el límite del peligro.

En España está vigente el Real Decreto 783/2001, con un límite de 600 Bq/m<sup>3</sup>.

## ZONAS DE RIESGOS

El DB-H86 define dos categorías de zonas sobre las que aplicar las medidas de protección en función del nivel de riesgo de radón del municipio en que se ubiquen:

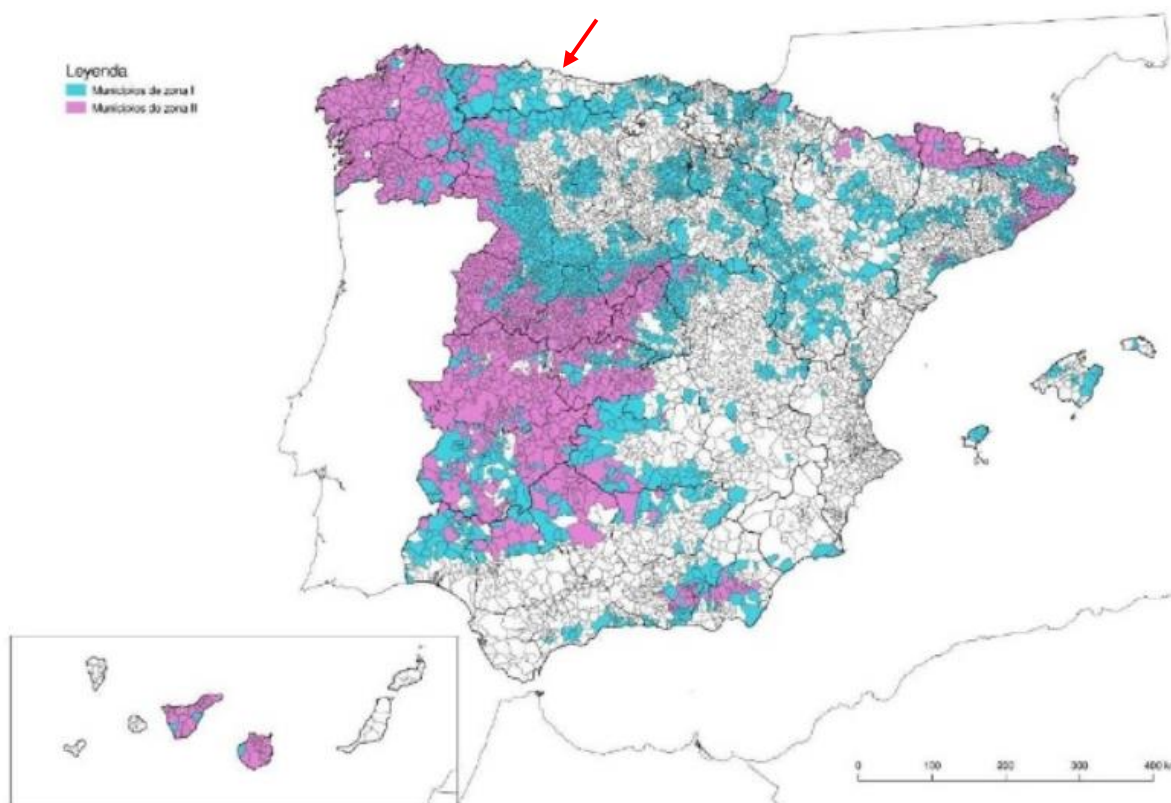
- Zona de riesgo I: entre 300 y 600 Bq/m<sup>3</sup>
- Zona de riesgo II: si superan los 600 Bq/m<sup>3</sup>

Los municipios aparecen relacionados y clasificados en el apéndice B del DB-H86.

**En el caso del concejo de Villaviciosa, este se encuentra fuera de las zonas de riesgo por la acción del gas radón, por ser un municipio que según el DB- H86 tiene un nivel de referencia promedio anual inferior a 300 Bq/m<sup>3</sup>. Por tanto, no será necesario aplicar medidas ante la acción del gas radón.**

En el mapa confeccionado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) se pueden observar la distribución de las zonas I y II:

Nivel de referencia promedio anual	Zona I	Zona II
300 Bq/m <sup>3</sup>	300 - 600 Bq/m <sup>3</sup>	>600 Bq/m <sup>3</sup>



*Figura 21.- Mapa de España de las zonas de riesgo por gas radón, por municipios*



En el caso que nos ocupa, **estando el concejo de Villaviciosa con un nivel de referencia inferior a 300 Bq/m<sup>3</sup>, y tratándose de una Nave Industrial con la cota de solera por encima de la superficie del terreno**, NO ES NECESARIO APLICAR ACCIONES EN LA CONSTRUCCIÓN PARA EVITAR EL GAS RADÓN.

## 12.- RESUMEN DE RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

### Cimentación del edificio-nave industrial

Según la información proporcionada por Mezoingeniería SL y su calculista, las solicitaciones de carga de la nave industrial son:

- Una Presión Admisible de trabajo de la cimentación de la nave industrial de:  $P_{adm} = 0,5 \text{ Kg/cm}^2$ , en la cimentación de dicha nave la cual llevará una cimentación de zapatas arriostradas y una estructura metálica.
- La solera, se dividirá en 2 partes:
  1. Zona de almacenaje general con unas solicitudes de carga de  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ .
  2. Zona donde se van a tener mayor carga en la solera, (ver plano de planta), con solicitaciones de carga de  $1,1 \text{ Kg/cm}^2$ . Esta zona de solera, estará cargada en diferentes momentos y en ocasiones de forma desigual.

Según los cálculos estadísticos llevados a cabo a partir del golpeo de los ensayos de campo, se ha podido determinar que las condiciones geotécnicas del terreno son aptas para acometer una cimentación directa y extensa, de zapatas arriostradas o zapata corrida, ya que el subsuelo de este terreno, está constituido por unas arenas finas limosas de color gris con una capacidad portante media de  $0,55 \text{ Kg/cm}^2$ , alternantes con capas de arcillas margosas y margas arcillosas con una capacidad portante media superior a  $5 \text{ Kg/cm}^2$ , dando alguna capa de estas rechazo al ensayo de penetración dinámica superpesada.

Los niveles más superficiales del sustrato de suelo de alteración superficial de arenas limosas algo arenosas de color grisáceo superficiales, tienen una Presión Admisible media de  $0,55 \text{ Kg/cm}^2$ .

Parte de la zona donde se construirá la nueva nave industrial, (en su lateral "Sur") y colindante con la nave ya existente y también en un sobreancho en la zona de una pequeña nave o cobertizo existente, ya existe una mejora del terreno en la construcción de la antigua nave **de 2 m de espesor por sustitución de material compactado de rechazo de cantera caliza que se hizo en el momento que se construyó esa nave.**



AS23-MCL-01

Por todo ello, recomendamos:

1. **Llevar a cabo, en la cimentación de la nave nueva, una cimentación de zapata arriostrada o zapata corrida, a una Tensión Admisible de Cálculo de  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$  y un Coeficiente de Balasto de  $13,68 \text{ Kg/cm}^3$  para una cimentación de 1,5 m de ancho y de  $16,06 \text{ Kg/cm}^3$  para una cimentación de 1 m de ancho.** Como seguridad y para lograr una mayor homogeneización, de las condiciones de apoyo de la cimentación y para minimizar los posibles asientos diferenciales, se deberá apoyar la cimentación sobre una mejora del terreno de rechazo de cantera compactado, con un espesor de 0,5 m.
2. Con las anteriores condiciones de cimentación, los asientos que se producirán serán admisibles, del orden de  $S = 0,53 \text{ cm}$ , para una cimentación de 1,5 m de ancho y  $S = 0,52 \text{ cm}$ , para una cimentación de 1,0 m de ancho, siendo los asientos diferenciales despreciables o prácticamente inexistentes. (Según la NBE, los asientos  $< 50 \text{ mm}$  serán admisibles para suelos sin cohesión y estructuras de acero hiperestáticas).
3. **En la zona de la solera donde se prevén mayores cargas, (que serán superiores a  $1,1 \text{ Kg/cm}^2$ ), se deberá llevar a cabo una mejora del terreno por sustitución, excavando y rellenando la zona más superficial de apoyo de la solera, con material de rechazo de cantera compactado, de 2 m de espesor, igualando el espesor de mejora ya existente en parte del terreno donde se situará la nave.**
4. Siendo la cota de la zona Norte del terreno la cota absoluta 129 m, la cota 0 o cota de solera similar a la de la solera de la nave preexistente colindante, la cota 125 m y la cota de apoyo de cimiento 124 m, por tanto, la cota absoluta de inicio de la mejora del terreno será aproximadamente la 122 m.
5. La mejora del terreno por sustitución, mediante la excavación de los materiales superficiales existentes y su sustitución por rechazo de cantera o todo uno de cantera, deberá ser extendido en tongadas no mayores de 50 cm de espesor y fuertemente compactado con un rodillo autopropulsado (compactador) a una densidad superior al 95 % del ensayo de Apisonado del Proctor Modificado, hasta alcanzar los 2 m de mejora.
6. **La solera dedicada a almacenaje general, con solicitaciones de carga del orden de  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ , se apoyará en una mejora del terreno por sustitución de 0,5 m de espesor, al igual que en la zona de cimentación de la nave.**
7. **Ambas soleras deberán de ser separadas o independientes**, mediante la colocación de una lámina de polietileno expandido (por-expand), para evitar transmisiones de carga e interferencias de carga entre ambas.



### Excavaciones

Las excavaciones necesarias para la explanación del terreno a cota 0 y excavación de la mejora del terreno y apoyo de cimentación pueden ser consideradas de fácil excavación, pudiendo realizarse mediante pala retroexcavadora normal

Los taludes de excavación deberán tenderse en la zona Norte, Oeste y Este, hasta un ángulo de excavación estable  $< 36^\circ$ . En la zona Sur, colindante con la nave preexistente, no hará falta tender los taludes al ángulo estable necesario, en esta zona se encuentra la mejora del terreno de la nave colindante, por lo cual será estable y no será preciso tender los taludes.

### Hormigones

Según norma EHE, antes de comenzar el proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente que defina la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural.

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puedan llegar a provocar su degradación. Estas vienen definidas por la combinación de:

- Clase general de exposición frente a la corrosión de armaduras.
- Clase específica de exposición relativa a otros procesos de degradación.

En relación de la agresividad del terreno al hormigón los suelos existentes no son agresivos al hormigón. El análisis realizado sobre la muestra inalterada tomada en el sondeo en la unidad geotécnica N-1A, ha resultado con un contenido del ión  $\text{SO}_4^{2-}$  inferior a los 2.000 mg/kg (249 mg/kg) y una acidez Baumann-Gully inferior a los 200 ml/kg (22 ml/Kg), por lo que según la tabla 8.2.3b incluida en la normativa EHE-08 <sup>6</sup>, **se trata de materiales no agresivos frente al hormigón.**

**No obstante, el apoyo de cimiento se hará sobre una mejora de rechazo de cantera caliza, que tampoco es agresiva al hormigón.**

<sup>6</sup> Instrucción de Hormigón Estructural (2.008), Artículo nº8.



AS23-MCL-01

### **Acciones Sísmicas**

En el terreno estudiado, por su situación en el concejo de Villaviciosa, con aceleración sísmica menor de 0,04 g, no es de aplicación llevar a cabo acciones antisísmicas en la estructura de una construcción de importancia normal, como es una nave industrial.

### **Determinación de la Posible Expansividad del Suelo**

En el terreno estudiado, no existen arcillas, se trata de un suelo de arena fina con limos de aspecto plástico, **por tanto, no son suelos expansibles.**

### **Medidas de Prevención de la Acción del Gas Radón**

El concejo de Villaviciosa, tiene un promedio anual de referencia de gas radón inferior a 300 Bq/ m<sup>3</sup> y siendo la construcción una nave industrial con la solera a cota por encima del terreno, **no será preciso adoptar medidas de prevención de la acción del gas radón.**

Gijón, a 19 de febrero de 2.023.

Fdo. Manuel Lobo Trapiello  
Geólogo Colegiado nº 1523

**GEODA**  
GEOLOGIA DE ASTURIAS

Fdo. Antonio Arturo Pérez Prieto  
Geólogo Colegiado nº 1423

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
	Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL] Inscrito con el nº : 1523 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE">http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE</a>
	

AS23-MCL-01

### 13.- ANEJOS

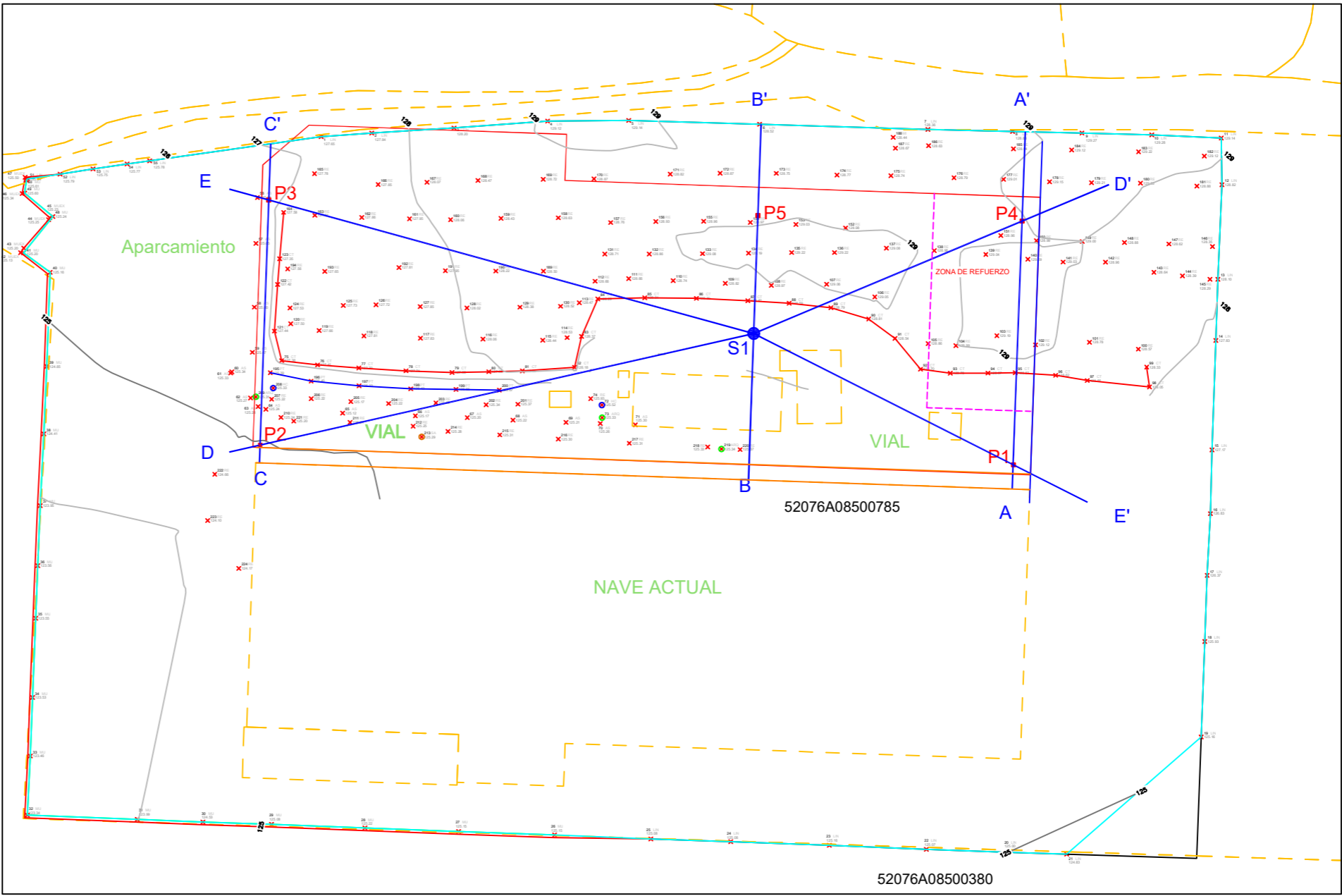
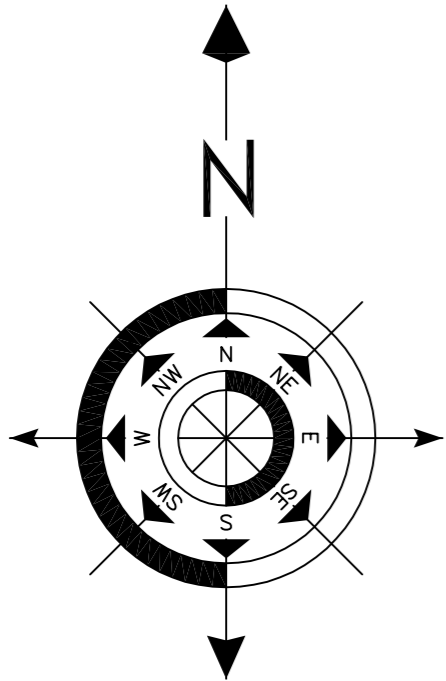
	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
	<b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01	
Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL]	
Inscrito con el nº : 1523	
Puede consultar la validez del documento accediendo	
a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE">http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE</a>	
	

AS23-MCL-01

## **ANEJO A-1: PLANOS**

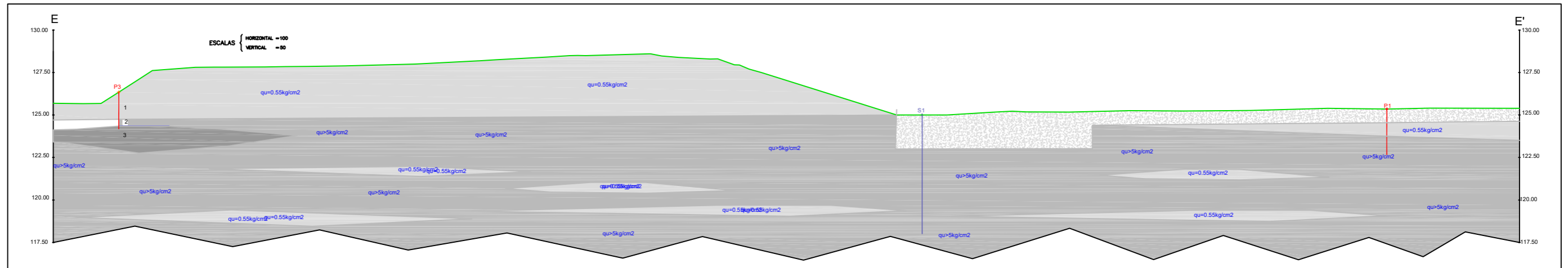
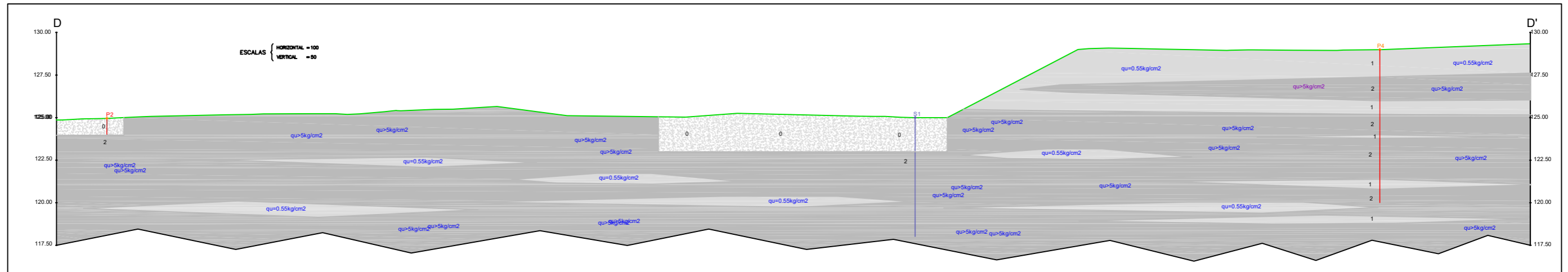
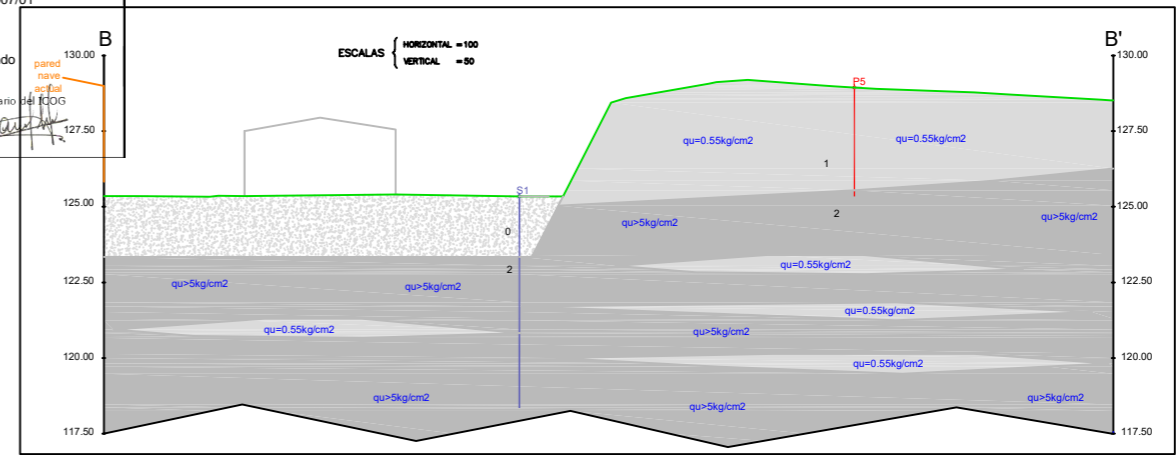
LEYENDA

- ENSAYO PENETRACIÓN
- SONDEO
- Contorno parcela
- Perfiles Geotécnicos
- ~ Curva de nivel.
- Situación de la nave nueva en planta.
- x Punto topografico con cota.
- - - Zona de refuerzo de solera.



# PERFILES GEOTECNICOS

- ☐ Arenas finas limosas grises blandas.  
☐ Arcillas margosas grises duras.  
☐ Margas Arcillosas grise muy duras.  
 --- Terreno natural antes de excavar.

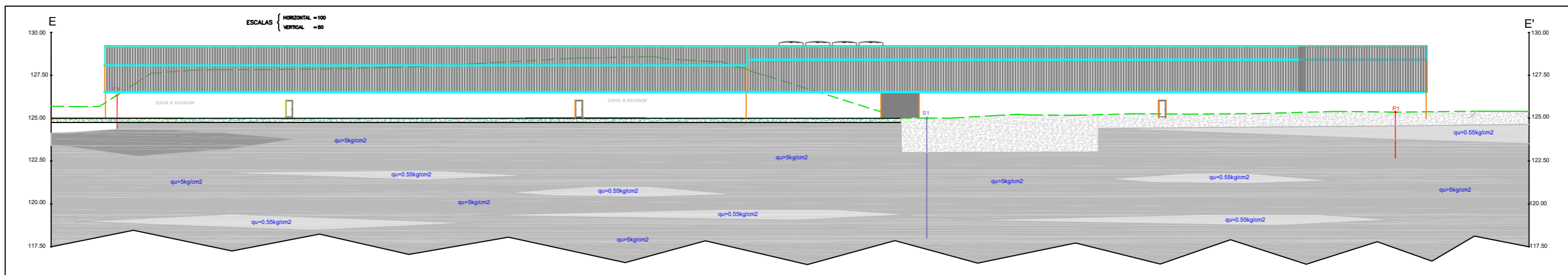
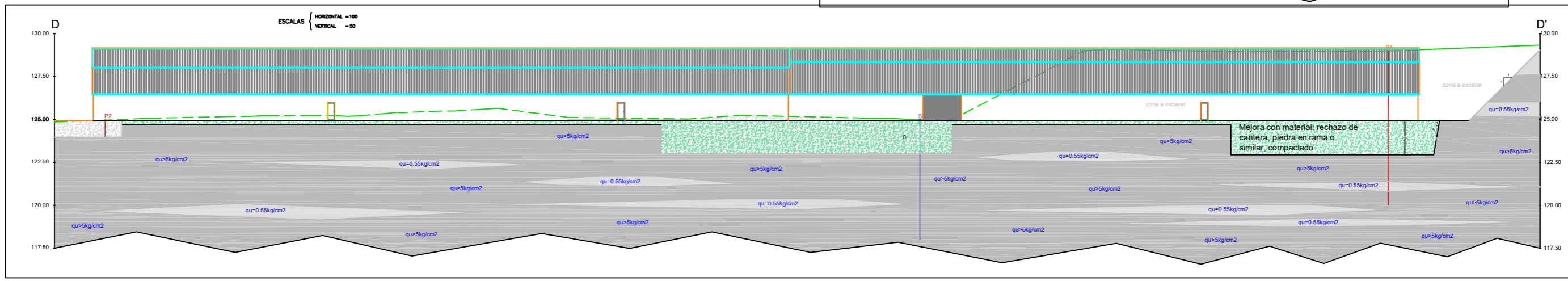
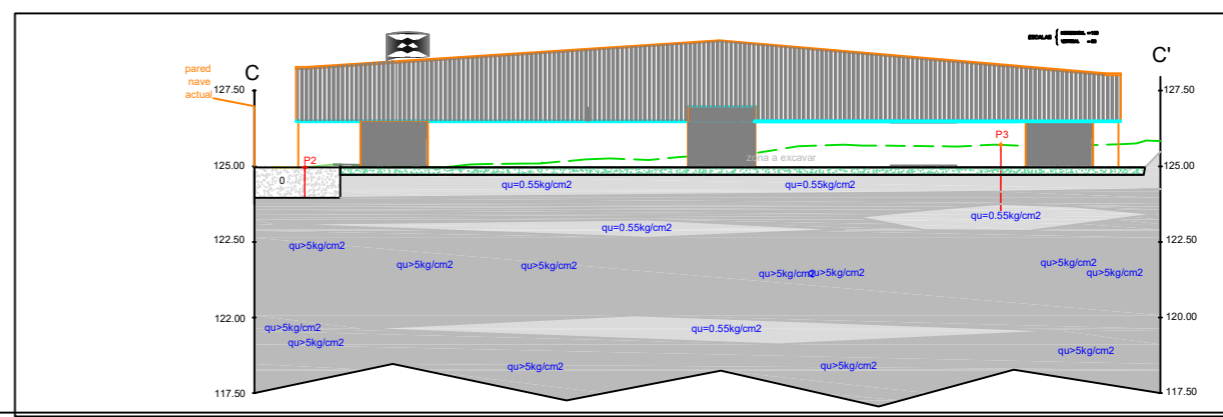
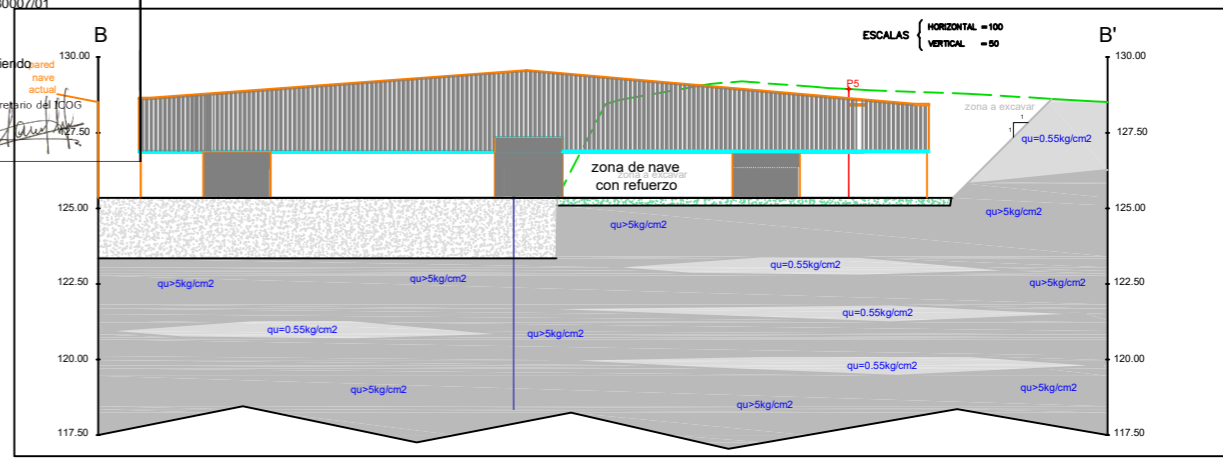
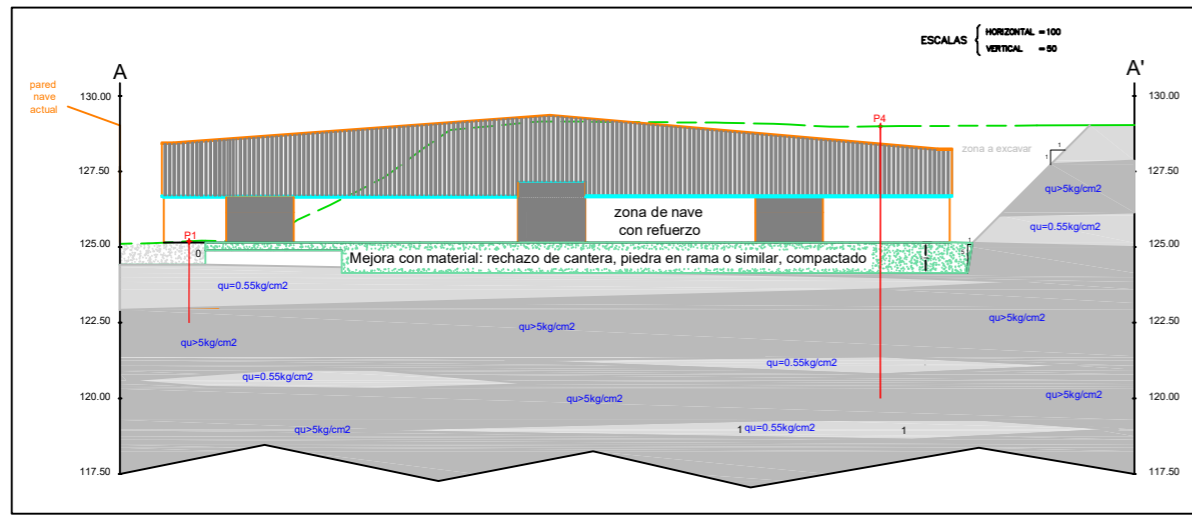


LEYENDA

- Penetrometro
- Sondeo
- Relleno actual.
- Relleno piedra en rama o similar.

PERFILES CON SOLUCION CONSTRUCTIVA

- Arenas finas limosas grises blandas.
- Arcillas margosas grises duras.
- Margas Arcillosas grise muy duras.
- Terreno natural antes de excavar.



	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
	<b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01	
Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL]	
Inscrito con el nº : 1523	
Puede consultar la validez del documento accediendo	
a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE">http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE</a>	
	

AS23-MCL-01

## **ANEJO A-2: REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE CAMPO**

**GEODA**

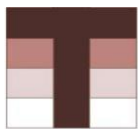
**OBRA:** ESTUDIO GEOTECNICO NAVE NUEVA EL MAYADOR  
**PETICIONARIO:** MEZOINGENIERIA SL  
**SITUACIÓN:** POL. IND. LA RASA (VILLAVICIOSA)  
**SONDEO n°:** 1  
**REFERENCIA:** AS22-MCL-03

**MÁQUINA:** ROLATEC RL48  
**SONDISTA:** MIGUEL  
**SUPERVISIÓN:** Antonio Pérez Prieto  
**FECHA DE INICIO:** 5 de enero de 2023  
**FECHA FINAL:** 5 de enero de 2023

**LONGITUD:** 7 m  
**COORDENADAS**  
**X:** 311.674,86  
**Y:** 4.820.670,22  
**Z:** 128,4

SIST. PERFORACIÓN		DIÁMETRO - BATERÍA	PROFUNDIDAD (m)	COTA (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	NIVEL FREÁTICO (m)	RECUPERACIÓN (%)	MUESTRAS / S.P.T.			PERMEAB.		PRESIÓM.	GRANULOMETRÍA (% que pasa)			LÍMITES DE ATTERBERG			U.S.C.S.		HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD (g/cm3)		COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm2)	C.DIRECTO TRIAXIAL		EDÓMETRO		HINCHAMIENTO LIBRE (%)	ENSAYOS QUÍMICOS			OBSERVACIONES	OTROS ENSAYOS	
									TIPO	PROFUNDIDAD	RESULTADO	TIPO Y PROFUNDIDAD	RESULTADO (m/s)	PROFUNDIDAD	M. PRESIOMÉTRICO MPa	% GRAYAS	% ARENAS	% FINOS	L. LÍQUIDO	L.PLÁSTICO	I.PLASTICIDAD			APARENTE	SECA			COHESIÓN (kg/cm2)	ÁNG. ROZ. (º)	COEF.COMP. (Cc)	COEF.HINCH. (Cs)		SULFATOS (mg/Kg)	CARBONATOS (%)	M.ORGÁNICA (%)		
RW	116B		0	0		RELLENOS DE GRAVA DE CANTERA Y ARCILLA: Rellenos e grava de cantera, todo uno de machaqueo embebidos en arcillas grises																															
RW	116B		-2	2,0		ARCILLAS MARGOSAS GRISES: Arcillas margosas grises			MI 1		25					15	40	45						23,6	2,13	1,73		0,061	36,8			249				Acidez Baumann Gulli 22 mVKg	
RW	101B		-3	3,0		ARCILLAS GRISES: Arcillas grises blandas, húmedas y cohesivas			SPT 1		7																								Sulfatos		
			-3,20	3,20																															249 mg/Kg		
RW	101B		-4	3,80		ARCILLAS MARGOSAS GRISES: Arcillas margosas grises																													Suelo NO AGRESIVO USCC		
			-4,20	4,20																																Suelo de partículas gruesas con finos	
			-4,40	4,40																																	
			-4,60	4,60																																	
			-4,80	4,80																																	
RW	101B		-5	5,0		ARCILLAS GRISES: Arcillas grises blandas, húmedas y cohesivas																														Suelo Granular	
			-5,20	5,2		ARCILLAS MARGOSAS GRISES: Arcillas margosas grises																															
			-5,40																																		
			-5,60																																		
			-5,80																																		
			-6																																		
			-6,20																																		
			-6,40																																		
			-6,60																																		
			-6,80																																		
			-7	7,0																																	

CLAVES:	R - Rotación	w - Corona Widia	SPT - Penetración Estándar	SH - Shelby	ANÁLISIS DE AGUA:	pH =	Sulfatos =	mg/Kg	Calcio =	mg/l	HOJA 1 de 1	
	P - Percusión	d - Corona Diamante	MI - Muestra Inalterada	LF - Lefranc		Residuo Seco =	mg/l	CO2 =	mg/l	Sulfuros =		mg/l
	RP - Rotopercusión	B - Batería Simple	MA - Muestra Alterada	LG - Lugeon		Magnesio =	mg/l	Cloruros =	mg/l			
	E - Revestimiento	T - Batería Doble	TP - Testigo Parafinado	PR - Presiómetro		Amonio =	mg/l	Nitratos =	mg/l	AGRESIVIDAD DEL AGUA =		

**TERRATEC****Geotecnia y Sondeos, S.L.**

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

 <p>ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL</p>	
Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL] Inscrito con el nº : 1523 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://img.esvissado.net/csv/ASV38851502NVE">http://img.esvissado.net/csv/ASV38851502NVE</a>	
CLIENTE	Geotecnia y Sondeos, S.L.
FECHA	05/01/2023

Situación	Mayador, Villaviciosa
-----------	-----------------------

Penetrómetro nº	1
-----------------	---

606 41 66 58 - 607 74 11 73

0,20	80	7,20		14,20	
0,40	37	7,40		14,40	
0,60	26	7,60		14,60	
0,80	9	7,80		14,80	
1,00	4	8,00		15,00	
1,20	2	8,20		15,20	
1,40	5	8,40		15,40	
1,60	3	8,60		15,60	
1,80	2	8,80		15,80	
2,00	3	9,00		16,00	
2,20	2	9,20		16,20	
2,40	49	9,40		16,40	
2,60	77	9,60		16,60	
2,80	100R	9,80		16,80	
3,00	2,70M	10,00		17,00	
3,20		10,20		17,20	
3,40		10,40		17,40	
3,60		10,60		17,60	
3,80		10,80		17,80	
4,00		11,00		18,00	
4,20		11,20		18,20	
4,40		11,40		18,40	
4,60		11,60		18,60	
4,80		11,80		18,80	
5,00		12,00		19,00	
5,20		12,20		19,20	
5,40		12,40		19,40	
5,60		12,60		19,60	
5,80		12,80		19,80	
6,00		13,00		20,00	
6,20		13,20		20,20	
6,40		13,40		20,40	
6,60		13,60		20,60	
6,80		13,80		20,80	
7,00		14,00		21,00	

Peso maza = 63,5 Kg

Altura caída= 75 cm

Peso acces.= 8 Kg

Peso Varilla= 6,16 Kg/ml

S. Puntaza= 20 cm2

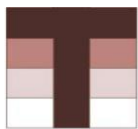
Terratec Geotécnia y Sondeos SLL

CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez

Geólogo colegiado nº 2309

**TERRATEC****Geotecnia y Sondeos, S.L.**

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

 <p>ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL</p>	
Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL] Inscrito con el nº : 1523 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://img.esvissio.net/csw/ASV438501502NVE">http://img.esvissio.net/csw/ASV438501502NVE</a>	
CLIENTE	Geotecnia y Sondeos, S.L.
FECHA	05/01/2023

Situación	Mayador, Villaviciosa
-----------	-----------------------

Penetrómetro nº	2
-----------------	---

606 41 66 58 - 607 74 11 73

0,20	56	7,20		14,20	
0,40	19	7,40		14,40	
0,60	15	7,60		14,60	
0,80	51	7,80		14,80	
1,00	100R	8,00		15,00	
1,20	0,99M	8,20		15,20	
1,40		8,40		15,40	
1,60		8,60		15,60	
1,80		8,80		15,80	
2,00		9,00		16,00	
2,20		9,20		16,20	
2,40		9,40		16,40	
2,60		9,60		16,60	
2,80		9,80		16,80	
3,00		10,00		17,00	
3,20		10,20		17,20	
3,40		10,40		17,40	
3,60		10,60		17,60	
3,80		10,80		17,80	
4,00		11,00		18,00	
4,20		11,20		18,20	
4,40		11,40		18,40	
4,60		11,60		18,60	
4,80		11,80		18,80	
5,00		12,00		19,00	
5,20		12,20		19,20	
5,40		12,40		19,40	
5,60		12,60		19,60	
5,80		12,80		19,80	
6,00		13,00		20,00	
6,20		13,20		20,20	
6,40		13,40		20,40	
6,60		13,60		20,60	
6,80		13,80		20,80	
7,00		14,00		21,00	

Peso maza = 63,5 Kg

Altura caída= 75 cm

Peso acces.= 8 Kg

Peso Varilla= 6,16 Kg/ml

S. Puntaza= 20 cm2

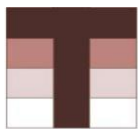
Terratec Geotécnia y Sondeos SLL

CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez

Geólogo colegiado nº 2309

**TERRATEC****Geotecnia y Sondeos, S.L.**

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

 <p>ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL</p>	
Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL] Inscrito con el nº : 1523 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://img.esvissio.net/csw/AS/518851/02NVE">http://img.esvissio.net/csw/AS/518851/02NVE</a>	
CLIENTE	Geoda
FECHA	05/01/2023

Situación	Mayador, Villaviciosa
-----------	-----------------------

Penetrómetro nº	3
-----------------	---

606 41 66 58 - 607 74 11 73

0,20	0	7,20		14,20	
0,40	1	7,40		14,40	
0,60	6	7,60		14,60	
0,80	6	7,80		14,80	
1,00	6	8,00		15,00	
1,20	14	8,20		15,20	
1,40	9	8,40		15,40	
1,60	30	8,60		15,60	
1,80	49	8,80		15,80	
2,00	61	9,00		16,00	
2,20	100R	9,20		16,20	
2,40	2,18M	9,40		16,40	
2,60		9,60		16,60	
2,80		9,80		16,80	
3,00		10,00		17,00	
3,20		10,20		17,20	
3,40		10,40		17,40	
3,60		10,60		17,60	
3,80		10,80		17,80	
4,00		11,00		18,00	
4,20		11,20		18,20	
4,40		11,40		18,40	
4,60		11,60		18,60	
4,80		11,80		18,80	
5,00		12,00		19,00	
5,20		12,20		19,20	
5,40		12,40		19,40	
5,60		12,60		19,60	
5,80		12,80		19,80	
6,00		13,00		20,00	
6,20		13,20		20,20	
6,40		13,40		20,40	
6,60		13,60		20,60	
6,80		13,80		20,80	
7,00		14,00		21,00	

Peso maza = 63,5 Kg

Altura caída= 75 cm

Peso acces.= 8 Kg

Peso Varilla= 6,16 Kg/ml

S. Puntaza= 20 cm2

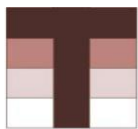
Terratec Geotécnia y Sondeos SLL

CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez

Geólogo colegiado nº 2309


**TERRATEC****Geotecnia y Sondeos, S.L.**

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

 <p>ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL</p>	
Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL] Inscrito con el nº : 1523 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://img.esvissio.net/csv/ASV38851502NVE">http://img.esvissio.net/csv/ASV38851502NVE</a>	
CLIENTE	Geotecnia y Sondeos, S.L.
FECHA	05/01/2023

Situación	Mayador, Villaviciosa
-----------	-----------------------

Penetrómetro nº	4
-----------------	---

606 41 66 58 - 607 74 11 73

0,20	0	7,20	8	14,20	
0,40	1	7,40	8	14,40	
0,60	1	7,60	6	14,60	
0,80	2	7,80	5	14,80	
1,00	2	8,00	6	15,00	
1,20	3	8,20	8	15,20	
1,40	2	8,40	8	15,40	
1,60	3	8,60	7	15,60	
1,80	11	8,80	9	15,80	
2,00	34	9,00		16,00	
2,20	43	9,20		16,20	
2,40	24	9,40		16,40	
2,60	19	9,60		16,60	
2,80	27	9,80		16,80	
3,00	12	10,00		17,00	
3,20	3	10,20		17,20	
3,40	4	10,40		17,40	
3,60	4	10,60		17,60	
3,80	2	10,80		17,80	
4,00	11	11,00		18,00	
4,20	12	11,20		18,20	
4,40	7	11,40		18,40	
4,60	15	11,60		18,60	
4,80	7	11,80		18,80	
5,00	4	12,00		19,00	
5,20	6	12,20		19,20	
5,40	9	12,40		19,40	
5,60	7	12,60		19,60	
5,80	8	12,80		19,80	
6,00	14	13,00		20,00	
6,20	10	13,20		20,20	
6,40	14	13,40		20,40	
6,60	13	13,60		20,60	
6,80	9	13,80		20,80	
7,00	8	14,00		21,00	

Peso maza = 63,5 Kg

Altura caída= 75 cm

Peso acces.= 8 Kg

Peso Varilla= 6,16 Kg/ml

S. Puntaza= 20 cm2

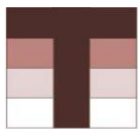
Terratec Geotécnia y Sondeos SLL

CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez

Geólogo colegiado nº 2309

**TERRATEC****Geotecnia y Sondeos, S.L.**

R-IT/04-1 Prueba penetrométrica

Edición: 0

C/ Camino del Vallín, 13 1ºG

33820 Grado

 <p>ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL</p>	
Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL] Inscrito con el nº : 1523 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://img.esvissio.net/csw/AS/518851/02NVE">http://img.esvissio.net/csw/AS/518851/02NVE</a>	
CLIENTE	Geotecnia y Sondeos, S.L.
FECHA	05/01/2023

Situación	Mayador, Villaviciosa
-----------	-----------------------

Penetrómetro nº	5
-----------------	---

606 41 66 58 - 607 74 11 73

0,20	1	7,20		14,20	
0,40	0	7,40		14,40	
0,60	1	7,60		14,60	
0,80	2	7,80		14,80	
1,00	2	8,00		15,00	
1,20	1	8,20		15,20	
1,40	1	8,40		15,40	
1,60	0	8,60		15,60	
1,80	1	8,80		15,80	
2,00	2	9,00		16,00	
2,20	3	9,20		16,20	
2,40	2	9,40		16,40	
2,60	2	9,60		16,60	
2,80	2	9,80		16,80	
3,00	3	10,00		17,00	
3,20	4	10,20		17,20	
3,40	4	10,40		17,40	
3,60	100R	10,60		17,60	
3,80	3,58M	10,80		17,80	
4,00		11,00		18,00	
4,20		11,20		18,20	
4,40		11,40		18,40	
4,60		11,60		18,60	
4,80		11,80		18,80	
5,00		12,00		19,00	
5,20		12,20		19,20	
5,40		12,40		19,40	
5,60		12,60		19,60	
5,80		12,80		19,80	
6,00		13,00		20,00	
6,20		13,20		20,20	
6,40		13,40		20,40	
6,60		13,60		20,60	
6,80		13,80		20,80	
7,00		14,00		21,00	

Peso maza = 63,5 Kg

Altura caída= 75 cm

Peso acces.= 8 Kg

Peso Varilla= 6,16 Kg/ml

S. Puntaza= 20 cm2

Terratec Geotécnia y Sondeos SLL

CIF B74182148



Alfredo Varela Suárez

Geólogo colegiado nº 2309

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
	<b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01	
Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL]	
Inscrito con el nº : 1523	
Puede consultar la validez del documento accediendo	
a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE">http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE</a>	
	

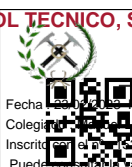
AS23-MCL-01

## **ANEJO A-3: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**



LABORATORIO AST. DE CONTROL TÉCNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Fecha de emisión: 19/01/2023  
Colegiado en: Colegiación de Ingenieros de Obras de Ingeniería Civil 1  
Inscrito en: 19/01/2023  
Puede consultarse la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE>

Nº ACTA DE OBRA	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2023/119	85480	S .2023/54	19/01/2023

## ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3774 / 12960 / 119552

DESTINATARIO

R-08-8

3774: MEZO Ingeniería, S.L., c/. Smara 17, bajo,  
33204-Gijón, Asturias  
ESB33878786

MEZO Ingeniería, S.L.  
c/. Smara 17, bajo  
33204-Gijón  
Asturias

Ensayos varios de geotecnia

## DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, MI-1 (De 2,00 a 2,60 m)

PROCEDENCIA: Mayador

FECHA DE MUESTREO: 10/01/2023

## ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015  
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019  
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Ensayo de Corte Directo de muestra de suelo, sin consolidar y sin drenar (UU), según UNE 103,401:1998

Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Fecha: 19/01/2023 Folio: 7R01 Num: SVM-04230007/01  
Colegiado: M.º Roberto Trapiello[ET AL]  
Inscrito en el 19/01/2023  
Puede consultar la validez del documento accediendo

a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE> registro del ICOG

**ACTA DE OBRA Nº****Nº ALBARAN****Nº REGISTRO****FECHA DE ACTA**

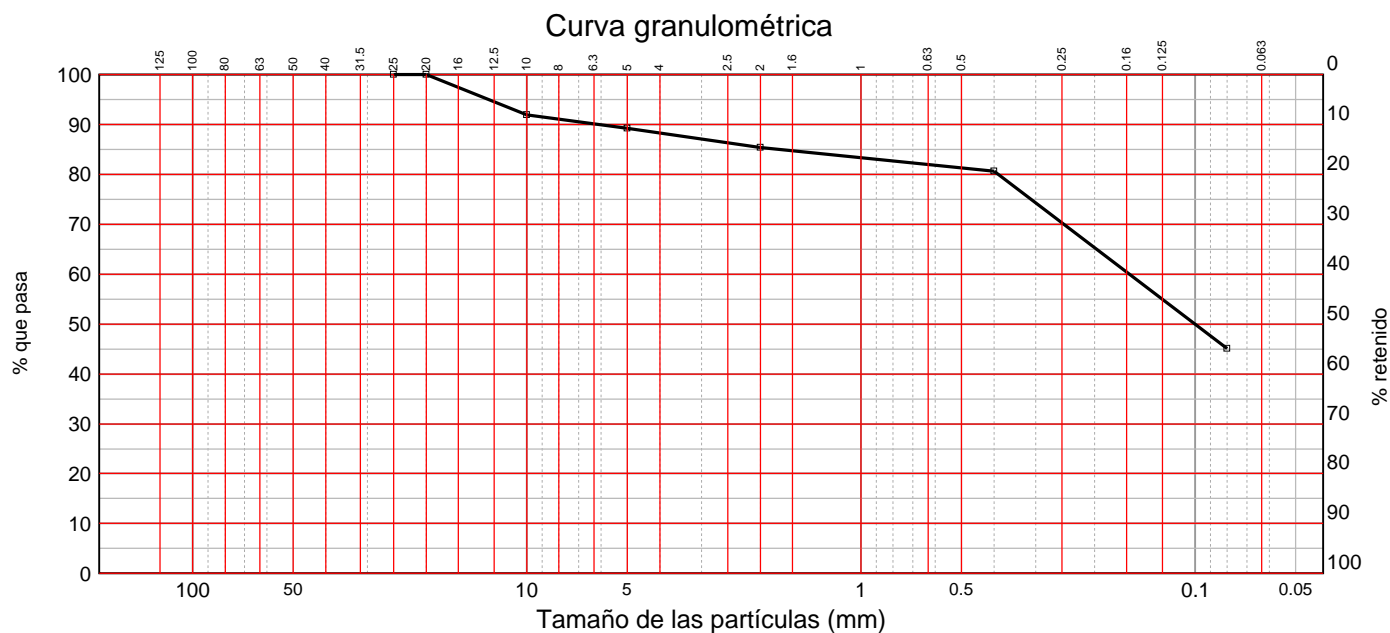
85480

S .2023/54

19/01/2023

**R-08-8****Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019**

Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	92	89	85	81	45,1

**LÍMITES DE ATTERBERG**

SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido -----  
Límite plástico -----  
Índice de plasticidad **No plástico**

**HUMEDAD**

SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%) **23,6**

**DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.**

Densidad húmeda	g/cm³	<b>2,133</b>
Humedad	%	<b>23,6</b>
Densidad seca	g/cm³	<b>1,726</b>

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



**ACTA DE OBRA Nº** **Nº ALBARAN** **Nº REGISTRO** **FECHA DE ACTA**

**SUPERVISADO**

**SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**  
**CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL**

Fecha: 19/01/2023 Folio: 7R01 Num: SVM-04230007/01  
Colegiado: M.º Roberto Trapiello[ET AL]  
Inscrito: 19/01/2023  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE>

**Nº ALBARAN** **Nº REGISTRO** **FECHA DE ACTA**

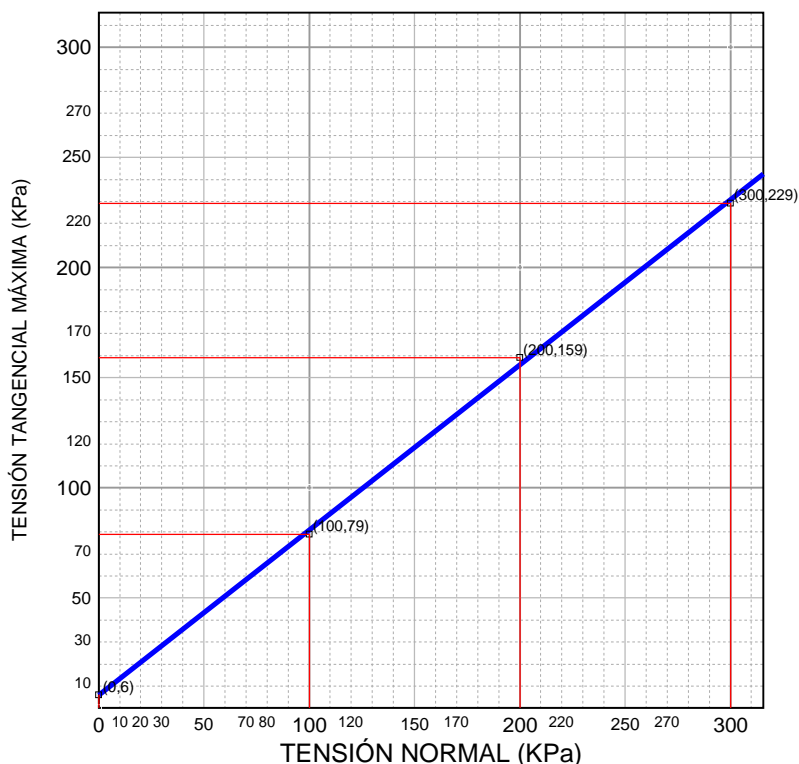
85480 S .2023/54 19/01/2023

R-08-8

**CORTE DIRECTO No consolidado - no drenado (UU). Según UNE 103,401:1998.**

	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
Humedad inicial %	23,6		
Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	2,161		
Densidad seca inicial g/cm <sup>3</sup>	1,748		
Índice de huecos inicial	0,487		
Grado de saturación inicial %	126,0		
Tensión Normal kPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima kPa	79	159	229
Ángulo de Rozamiento Interno °	36,8		
Cohesión kPa	6		

**Observaciones:** 1 kg/cm<sup>2</sup> = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm<sup>3</sup> (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orvitz González  
Ingeniero T. Industrial

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

	<b>ACTA DE OBRA Nº</b> <b>85480</b>
<b>ACTA DE OBRA Nº</b> <b>85480</b>	<b>Nº ALBARAN</b> <b>S .2023/54</b>
<b>Nº ALBARAN</b> <b>S .2023/54</b>	<b>Nº REGISTRO</b> <b>19/01/2023</b>
<b>FECHA DE ACTA</b> <b>19/01/2023</b>	<b>FECHA DE ACTA</b> <b>19/01/2023</b>

**SUPERVISADO**  
**SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**  
**CON SEGURIDAD CIVIL**

Fecha: 19/01/2023 Folio: 7R01 Num: SVM-04230007/01  
Colegiado: M.º D.º Roberto Trapiello[ET AL]  
Inscrito: 19/01/2023  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE>

**R-08-8**

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	22
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	249
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad		NO AGRESIVO

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>SUPERVISADO</b> SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
	Fecha : 23/02/2023 Folio: 7R01 Núm: SVM-04230007/01 Colegiado : Manuel Lobo Trapiello[ET AL] Inscrito con el nº : 1523 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE">http://icog.e-visado.net/csv/AGYBRBDC02NVE</a>
	

AS23-MCL-01

## **ANEJO A-4: REPORTAJE FOTOGRAFICO DE LOS EQUIPOS DE PROSPECCIÓN**



Sondeo de 0 a 3,20 m



Sondeo de 3,20 a 5,60 m



Sondeo de 5,60 m a 7,00 m



VISTA DEL TOMAMUESTRA ABIERTO DEL ENSAYO SPT, ENTRE 2,60 y 3,20 m de profundidad



VISTA 1, SITUCION DEL EQUIPO DE SONDEO



VISTA 2, SITUACIÓN DEL EQUIPO DE SONDEO



IMAGEN SITUACIÓN ENSAYO D.P.S.H Nº 1



IMAGEN SITUACIÓN ENSAYO D.P.S.H Nº 2



IMAGEN SITUACIÓN ENSAYO D.P.S.H Nº 3



IMAGEN SITUACIÓN ENSAYO D.P.S.H Nº 4



IMAGEN SITUACIÓN ENSAYO D.P.S.H Nº 5



Imagen del tramo nº 1 del sondeo - Relleno lavado para su identificación