



Jose A. Ayuso Borreguero. Geólogo. N° de colegiado. 4604
Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA)

Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910
e-mail: ayuso@mixmail.com

ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO PARA EL PROYECTO:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el
C.E.I.P. de La Villa de Cuellar en la C/ Nueva y C/ Hojalatas.
Cuellar (Segovia).

DICIEMBRE 2007





ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	4
3. SISMICIDAD	6
4. INVESTIGACIONES REALIZADAS	8
4.1 TRABAJOS DE CAMPO	8
4.1.1 Sondeos	9
4.1.2 Penetraciones dinámicas	13
4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO	14
5. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES	16
5.1 PERFIL GEOTECNICO	16
5.1.1 Nivel geotécnico 0:	16
5.1.2 Nivel geotécnico 1:	16
5.1.3 Nivel geotécnico 2:	17
5.2 IDENTIFICACIÓN Y ESTADO DE LOS MATERIALES	17
5.3 PROPIEDADES MECÁNICAS	21
5.4 EXPANSIVIDAD	24
5.5 PROPIEDADES QUÍMICAS. AGRESIVIDAD DEL TERRENO	25
6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	28
6.1 CIMENTACIONES, COTAS Y ASIENTOS	28
6.1.1 Cálculo de la tensión admisible	28
6.1.2 Cotas de cimentación	31
6.1.3 Cálculo de asentos	32
6.1.4 Asientos admisibles	33
6.1.5 Presencia de agua. Permeabilidad del terreno	35
7. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS	37

ANEJOS

- A-1 PLANOS
- A-2 SONDEOS
- A-3 PENETRACIONES DINÁMICAS
- A-4 PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
- A-5 ENSAYOS DE LABORATORIO





1. INTRODUCCIÓN

A petición de la **Delegación Territorial de Segovia dependiente de la Dirección Provincial de Educación de la Junta de Castilla y León**, se ha realizado un reconocimiento geotécnico para la Construcción de un gimnasio y ampliación de espacios en C.E.I.P. de la Villa de Cuellar situado en la C/ Nueva y C/ Hojalatas.

La construcción se cataloga como tipo de construcción de tipo C-1 según el Documento Básico SE-C (Seguridad Estructural. Cimientos) de marzo del 2006 al tener menos de 4 plantas y mas de 300 m² construidos (Ver tabla I).

Tabla I. Tipos de construcción (SE-C)

Tipo de construcción	Descripción (*)
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones de entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones de entre 10 y 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales singulares o de más de 20 plantas

(*) En el cómputo de tablas se incluyen los sótanos

La parcela de actuación tiene una morfología rectangular, algo irregular en su parte central. Presenta una superficie aproximada de 700 m² y su topografía es pseudollana.

El tipo de terreno, se clasificaría según SE-C dentro del grupo T-3 o tipo de terreno desfavorable. (Ver tabla II).





Tabla II. Tipos de terreno (SE-C)

Grupo	Descripción (*)
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,00 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los anteriores.

El objeto del presente estudio es conocer las características geotécnicas del terreno para la cimentación de dicha construcción.

Los trabajos efectuados han consistido en la ejecución de una campaña de investigación en campo, de los terrenos donde se realizarán las obras, tras la cual se han analizado los resultados obtenidos con el fin de evaluar las características resistentes de los materiales, sobre los que se cimentará.

En base a dichas características, se determinarán las condiciones de cimentación más adecuadas: tipología, cargas admisibles, profundidad, etc.

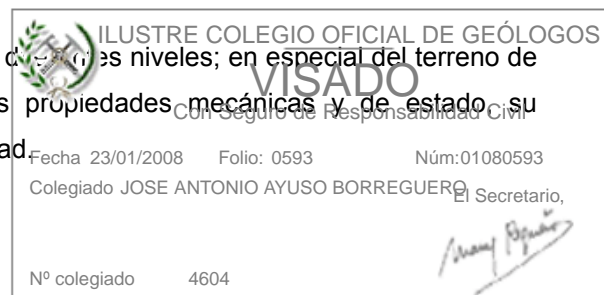
A continuación se realiza una breve descripción de cada uno de los apartados que más adelante se verán desarrollados.

En el apartado 2 se hace una descripción de la geología en el entorno del área objeto de estudio.

En el apartado 3 se hace una descripción de la sismicidad del área de estudio, según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

En el apartado 4 se indican el número y tipo de investigaciones efectuadas, tanto de campo como de laboratorio.

En el apartado 5 se realiza una descripción de los diferentes niveles; en especial del terreno de cimentación, atendiendo a su identificación, sus propiedades mecánicas y de estado, su química y agresividad al hormigón y su expansividad.





En el apartado 6 se desarrolla la metodología y criterios seguidos para el cálculo de las cimentaciones. En base a las características geotécnicas del terreno, así como a las cargas transmitidas, se ha adoptado la tipología de cimentación más adecuada. Posteriormente se han determinado las condiciones de dicha cimentación siguiendo la metodología propuesta.

Finalmente en el apartado 7 se hacen una serie de recomendaciones constructivas en base a la información obtenida.

Al final de este informe se adjuntan una serie de Anejos donde se recoge: A-1 (planos geológico y de situación de la parcela estudiada, de situación de las investigaciones realizadas y sísmico), A-2 (el corte con el levantamiento del sondeo, con su reportaje fotográfico), A-3 (las hojas técnicas de las penetraciones dinámicas realizadas, con su reportaje fotográfico), A-4 (perfiles geológico-geotécnicos y A-5 (resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras).

Para todo ello, se ha realizado una recopilación de la documentación geológico-geotécnica disponible y relacionada con los terrenos investigados.

Las conclusiones a las que se ha llegado en la realización del presente estudio, las sometemos a la consideración de la Dirección Facultativa, por ser una interpretación de los resultados obtenidos.





2. MARCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

El área objeto de estudio, se localiza en Cuéllar, población situada al norte de la provincia de Segovia y al sureste de la Cuenca del Duero.

Desde el punto de vista geológico, los materiales representados en la citada localidad pertenecen al denominado Mioceno de la Cuenca del Duero. Esta cuenca forma parte del bloque meseteño constituido por un zócalo de rocas ígneas y un Paleozoico plegado por la orogénesis herciniana

El Mioceno se encuentra dividido en varios tipos de facies diferentes en función de las características de cada una de las litologías existentes y de las relaciones temporales que hay entre ellas.

Facies marginal del tramo inferior. Facies Covarrubias:

Son conglomerados calcáreos-silíceos formados por cantos redondeados de muy distintos tamaños, de matriz arcillo-arenosa, que se apoyan transgresivamente sobre los materiales paleógenos o cretácicos subyacentes.

Vindoboniense:

Comprende facies, con muy débiles diferencias entre ellas, según el área donde se localizan. En general podemos decir de estas facies que están formadas por conglomerados, areniscas y arcillas en variable proporción.

Facies margoso-caliza del tramo intermedio:

Estas facies se distribuyen alrededor de las facies de margas yesíferas, siendo el paso de una a otra gradual.

Pontiense y tránsito al Vindoboniense Superior:

Está constituida, en general, por margas claras y calizas margosas.

Vindoboniense Superior-Pontiense inferior:

Constituye esta facies el tránsito en la región central y hacia el norte de la facies yesífera siendo el paso de una a otra gradual.





Facies margo-yesífera:

Esta facies se localiza en la parte central de la Cuenca del Duero. En esta zona central alcanzan gran extensión y constituye la “cuesta” de los páramos. Litológicamente está constituida por un espesor que oscila entre 90 y 150 m, en el que se presentan margas blancas, margas con yeso, margas calcáreas y algunos niveles de calizas margosas e incluso algún pequeño nivel de arcillas.

Pontiense. Calizas de los Páramos:

Formando la superficie de los páramos, cuya altitud oscila entre 900 y 1000 m, existe un banco de calizas cuyo espesor oscila entre 1 y 30 m. La mayor potencia de esta calizas coincide generalmente con la región en que las facies yesíferas poseen también mayor potencia. Estas calizas son blancas o grises muy claras, algunas veces algo térreas y margosas, y otras muy compactas y algo pisolíticas. En general, son cavernosas y con frecuentes geodas de calcita. En la superficie de los páramos, constituidos por este tipo de calizas, abundan las arcillas rojas de decalcificación. En la región oriental de la Cuenca del Duero estas calizas se apoyan directamente sobre las formaciones mesozoicas, y muestran en su base arcillas rojas y a veces arenas y conglomerados.

Plioceno. Depósito de Rañas:

Estos depósitos están constituidos por cantos de cuarcita redondeados con arcillas sabulosas rojizas y arenas. Su potencia es muy variable.

En el anejo 1 (“Planos”) se representa el mapa geológico de la zona objeto de estudio (MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA E: 1/200.000 Hoja N° 30 ARANDA DE DUERO).





3. SISMICIDAD

Se conocen decenas de terremotos destructores que han causado grandes daños en personas y bienes, en la Península, en los últimos siglos. Habitualmente transcurren largos lapsos de tiempo entre terremoto y terremoto lo que hace que la población no tenga conciencia viva de este peligro y, cuando se producen, no hay una preparación adecuada ni en los comportamientos ni en la calidad y el tipo de construcciones.

Zona Pirenaica.- Corresponde a una de las áreas sísmicas más activas de la Península. Los sismos se concentran principalmente en dos regiones: una al oeste y otra al este. En los Pirineos occidentales, el último terremoto destructor registrado durante el siglo actual ocurrió el 13.8.1967 en la localidad de Arette (Francia), que alcanzó una intensidad de VIII y una magnitud de 5,5. La zona sísmica de los Pirineos orientales es la región de Olot, en donde se registraron importantes sismos en 1427 y 1428, con intensidades mayores de X, que produjeron la destrucción de amplias zonas, desde Puigcerdá hasta Gerona. En total, en la cadena Pirenaica, se han producido desde el siglo XV, 17 terremotos de intensidad mayor que VIII y cuatro superiores a IX.

Cordillera Bética.- El Sistema Bético constituye una de las áreas de mayor sismicidad de la Península. Algunos de los terremotos históricos importantes ocurridos en la Península, se han localizado en esta área, como los de Vera (1518), Almería (1522), Torrevieja (1829) y Arenas del Rey (1884). Todos ellos con intensidades superiores a IX.

Depresión del Guadalquivir.- Corresponde a un área de sismicidad moderada, aunque se han producido algunos terremotos fuertes como el de Carmona (Sevilla) en 1504, uno de los mayores terremotos de todos los ocurridos en la Península.

Zona suroeste de la Península.- La sismicidad de esta área está distribuida en forma desigual. En la zona de Algarve, cuenca del bajo Tajo y Sado y Orla occidental, se han registrado varios terremotos de importancia con intensidades superiores a IX, como de Vilafranca (1531), Tavira (1722), Setúbal (1858) y Benavente (1909). Las demás zonas son bastante asísmicas, aunque se han registrado algunos terremotos de escasa importancia.

Sistema Central y zona asturleonés.- Toda la zona es de muy baja sismicidad, aunque se han registrado algunos sismos de mediana intensidad (VII (M.S.K)).

Cadena costero catalana y Depresión del Ebro.- delimitado una banda de máxima actividad sísmica de unos 20 km. de anchura, que se alinea con la dirección de la cordillera Costero-Catalana, desde Gerona hasta Tarragona. En general, es una zona de baja actividad sísmica.





Cuenca del Duero, fosa del Tajo y campo de Montiel.- Son las áreas sísmicamente menos peligrosas de la península Ibérica, y se han registrado algunos terremotos de escasa importancia en la zona de contacto con el Macizo Ibérico. Las máximas intensidades sentidas han sido entre IV y V (M.S.K.), coincidiendo con las isosistas del terremoto de Lisboa (1755).

Zonas marinas

Los terremotos con epicentro marino son los movimientos más fuertes que afectan a la Península. Se pueden diferenciar tres zonas:

La primera zona comprende desde la dorsal Atlántica, hasta las proximidades de las islas Azores. Se producen frecuentes terremotos superficiales de pequeña magnitud que, generalmente, no afectan a la Península.

La zona comprendida entre las islas Azores hasta los 12º de latitud. En esta zona, se generan terremotos de elevadas magnitudes que afectan a la Península, como el famoso terremoto de 1755.

Zona del golfo de Cádiz. La distribución de los epicentros de los terremotos es irregular, y son de menor magnitud que en la zona anterior. En general, la sismicidad de la región del Estrecho de Gibraltar es bastante baja.

En lo que compete a la zona que nos ocupa debemos decir que no se tiene constancia de actividad sísmica de importancia.

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, la zona de Cuellar, Segovia, se encuentra situada dentro de la zona en la que la aceleración sísmica básica es inferior a 0,04 g, no siendo obligatoria la consideración de las acciones sísmicas en el cálculo del cimiento y de las estructuras independientemente del período de vida de la edificación. (Ver anejo A-1. Planos.)





4. INVESTIGACIONES REALIZADAS

4.1 TRABAJOS DE CAMPO

En el solar objeto de estudio se han efectuado un total de 2 sondeos a rotación, con recuperación continua de testigo, y 1 penetrómetro.

El tipo y número de investigaciones a realizar así como su emplazamiento, han sido definidos según las necesidades del proyecto, tras una visita a la obra y conforme lo referido en el Documento Básico SE-C (Seguridad Estructural. Cimientos) de marzo del 2006. (Ver tablas III y IV).

Tabla III. Distancias máximas (m.) entre puntos de reconocimiento

	Grupo de terreno T-1	Grupo de terreno T-2
Construcciones de tipo C-0 y C-1	35	30
Construcciones de tipo C-2	30	25
Construcciones de tipo C-3	25	20
Construcciones de tipo C-4	20	17

Tabla IV. Nº mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas, de penetración

	Grupo de terreno T-1	Grupo de terreno T-2
Construcciones de tipo C-0	0	1 (66%)
Construcciones de tipo C-1	1 (70%)	2
Construcciones de tipo C-2	2 (70%)	3 (50%)
Construcciones de tipo C-3	3 (50%)	3 (40%)
Construcciones de tipo C-4	3 (40%)	3 (30%)





Todas las investigaciones efectuadas han sido supervisadas por Técnico Especialista en Geotécnia y Mecánica de Suelos.

En la descripción de cada una de las investigaciones, las cotas se referencian a las embocaduras de las prospecciones.

La localización de las investigaciones realizadas, se presenta en un plano adjunto en el Anejo 1 (Planos).

4.1.1 Sondeos

Se han efectuado 2 sondeos mecánicos, a rotación, con recuperación continua de testigo, denominado S-1 y S-2. La profundidad alcanzada ha sido de 18,00 y 10,60 m.

Los sondeos son un método de reconocimiento que nos permite tomar contacto con un punto real sobre el que se asentará la obra obteniendo información bastante completa en cuanto al tipo de material presente en la zona, espesor de relleno, profundidad de aparición de suelo firme, presencia o no de agua, y sobre todo permite la toma de muestras *in situ* lo suficientemente representativas como para llevar a cabo los ensayos de laboratorio que permitan la caracterización geotécnica de los materiales atravesados.

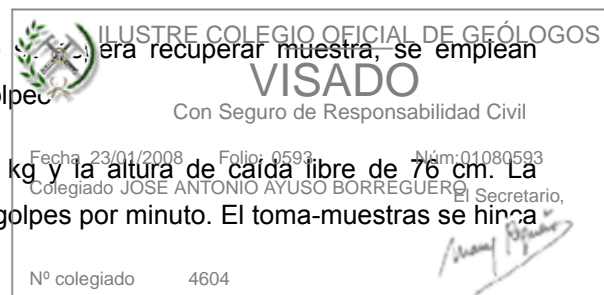
La toma de muestras inalteradas se realiza mediante cuchara abierta de diámetro superior a 70 mm, hincada 60 cm mediante golpeo, anotándose el número de golpes necesario para introducirlo en el terreno cada uno de los cuatro tramos consecutivos de 15 cm. Las muestras inalteradas se protegen mecánicamente con un envase rígido y se registran con detalle, se hacen estancas a la humedad por medio de parafina o método similar. Se aplicarán las Normas ASTM D-3550/84 y ASTM F1587I/83. Cada una de las muestras se etiquetan de tal forma que se indique el sondeo al que pertenecen, la profundidad a la que se encuentran el golpeo obtenido para su hinca y la fecha de toma.

En el caso que nos ocupa no se ha realizado muestra inalterada, al preverse longitudes cortas del en sayo debido a niveles consolidados.

Los ensayos de penetración estándar (SPT) se realizan usando toma-muestras de cuchara partida de 5,1 cm de diámetro exterior y 3,5 cm de diámetro interior, provistos de válvula anti-retorno en su parte superior.

En el caso de niveles más duros, dado que no se era recuperar muestra, se emplean puntazas ciegas, con el fin único de observar el golpeo.

El peso de la maza a utilizada ha sido de 63,5 kg y la altura de caída libre de 76 cm. La velocidad de golpeo de la maza no excede de 30 golpes por minuto. El toma-muestras se hinca





60 cm mediante golpeo, anotándose el número de golpes necesario para introducirlo en el terreno cada uno de los cuatro tramos consecutivos de 15 cm. Se tomará como valor de la resistencia a la penetración la suma de los golpes de los dos tramos intermedios. El número de golpes para hincar los dos tramos centrales del toma-muestras se denomina N_{20} o N_{SPT} . Se considerará "rechazo" cuando no se consigue la hinca en el terreno de uno de los tramos de 15 cm, con 50 golpes, registrándose en el levantamiento la penetración obtenida hasta los 50 golpes.

En el caso que nos ocupa se han realizado 7 y 4 ensayos SPT respectivamente en S-1 y S-2

Los ensayos de penetración en los sondeos nos permiten obtener un valor estimativo de la resistencia a la penetración en punta de los materiales atravesados y según esto, su grado de consistencia/compacidad. (Ver siguiente tabla donde se sombrea las zonas o campos encontrados).

Tabla V. Grado de compacidad de los suelos en función del golpeo de los ensayos de penetración SPT

SUELO ARCILLOSO			
Compacidad	N_{SPT}	N_{DPSH}	q_u (kg/cm ²)
Dura	>30	>21	> 4,00
Muy firme	15-30	10-21	2,00-4,00
Firme	8-15	6-10	1,00-2,00
Media	4-8	3-6	0,50 1,00
Blanda	2-4	<3	0,25-0,50
Muy blanda	<2		<0,25
SUELO GRANULAR			
Compacidad	N_{SPT}	N_{DPSH}	
Muy densa	>50	>35	
Densa	30-50	21-35	
Medianamente densa	10-30	7-21	
Suelto- Flojo	4-10	<7	
Muy suelto- Muy Flojo	<4		



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

VISADO

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Fecha 23/01/2008 Folio: 0593 Núm:01080593

Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO, Secretario,

N° colegiado 4604



La obtención de muestras del tipo de testigos parafinados o plastificados, que consiste en la toma de una porción del testigo de la perforación a la cota deseada, al que se protege de la alteración mediante la técnica del parafinado o plastificado, así como de muestras en bolsa, en los sondeos no es otro que el de realizar en ellas posteriores ensayos de laboratorio que permitan efectuar una caracterización geotécnica de los materiales encontrados.

En el caso que nos ocupa se han tomado 2 testigos parafinados en el Sondeo S-1 a las cota de 10,40-10,70 m. y 17,70-18,00 m.

El número y distribución de muestras tomadas y la relación de golpes obtenidos vienen reflejados en la siguiente tabla.

Tabla VI. Relación de muestreo realizado en los sondeos.

SONDEO	Nº MUESTRA Y TIPO (*)	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N _{SPT}
S-1	SPT1	De 1,00 a 1,60 m.	3-2-3-3	5
	MA1	De 3,20 a 3,40 m.	-	-
	SPT2	De 3,50 a 4,10 m.	1-1-4-4	5
	SPT3	De 5,50 a 6,10 m.	0-0-1-0	1
	SPT4	De 7,00 a 7,60 m.	1-1-2-2	3
	SPT5	De 9,20 a 9,80 m.	8-25-17-10	42
	TP1	De 10,40 a 10,70 m.	-	-
	SPT6	De 11,00 a 11,70 m.	6-12-20-22	32
	SPT7	De 15,00 a 15,60 m.	6-10-12-27	22
	TP2	De 17,70 a 18,00 m.	-	-
S-2	SPT1	De 3,00 a 3,60 m.	1-1-1-2	2
	SPT2	De 6,00 a 6,60 m.	8-8-8-8	16
	SPT3	De 8,40 a 9,00 m.	3-5-9-15	14
	SPT4	De 10,00 a 10,60 m.	14-15-27-35	42

- (*) **SPT** **Standar penetration Test.**
MI **Muestra inalterada.**
TP **Testigo parafinado o plastificado.**
MA **Muestra en agua.**

Según testificación realizada en campo, se pueden concluir las siguientes litologías:





Desde la cota del terreno actual y hasta 3,40 m., en S-1 y 4,10 m., en S-2 se localiza la capa de rellenos, formada por arenas limosas con algunos cantos y algo de materia orgánica de tonos marrones a pardos. La compacidad se aprecia floja.

Inmediatamente por debajo de la capa de rellenos únicamente en el sondeo S-1, encontramos unas arenas arcillo-limosas de tonos gris a verdoso claro. Muy húmedas y con una compacidad muy floja a floja, interpretadas como depósitos coluviales.

Seguidamente a este nivel (a partir de 8,80 m.) en el sondeo S-1, e inmediatamente a los rellenos iniciales (a partir de 4,10 m.) en S-2, encontramos unas margas de tonos grises a verdoso claro, húmedas.

La consistencia es muy firme a dura, algo menor, en el techo del estrato en e sondeo S-2.

Son algo a bastante arenosas en techo, en su primer metro.

A partir de 10,00 m. se aprecian cristalizaciones de yeso.

A continuación, se muestra el resumen de las cotas de los niveles definidos en el sondeo.

Tabla VII. Relación de niveles en el sondeo. Cotas de base y techo.

	S-1		S-2	
	Techo	Base	Techo	Base
Rellenos antrópicos	0,00	3,40	0,00	4,10
Arenas arcillo-limosas (depósitos coluviales)	3,40	8,00	-	-
Margas verdosas	8,00	18,00	4,10	10,60

Según los ensayos de “visu” realizados en los testigos de los sondeos podemos, según la siguiente tabla, determinar el grado de consistencia de las margas.





Tabla VIII. Clasificación y estimación aproximada de la resistencia a la compresión simple en suelos a partir de ensayos de campo.

Consistencia	q_u (kg/cm ²)	Identificación de campo
Dura	> 4,00	Se marca con dificultad al presionar con la uña.
Muy firme	2,00-4,00	Con cierta presión se marca con la uña.
Firme	1,00-2,00	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo.
Media	0,50-1,00	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo.
Blanda	0,25-0,50	El dedo penetra fácilmente varios centímetros.
Muy blanda	<0,25	El puño penetra fácilmente varios centímetros.

Se ha realizado un seguimiento de medida de niveles del agua ya que se detecta la existencia de nivel freático a partir de 3,20 m., en S-1 y de 3,00 m. en S-2.

En el Anejo 2 ("Registros de Sondeos") se presentan las hojas técnicas de los sondeos con su correspondiente reportaje fotográfico, a color de los emplazamientos y de las cajas, con los testigos obtenidos.

4.1.2 Penetraciones dinámicas

Se han realizado 1 ensayo de penetración dinámica tipo DPSH, en la zona objeto de estudio, situado entre los dos sondeos.

En este ensayo, se registra el número de golpes necesarios para penetrar 20 cm. con una puntaza que se golpea, a través del varillaje al que va acoplada, mediante una maza que pesa 63,5 kg., y que cae desde una altura de 76 cm.

La puntaza es maciza de forma cilíndrico-cónica, de 19,5 cm² de sección y va acoplada al extremo inferior de una barra de 32 mm., de diámetro.

El número de golpes necesario para avanzar la puntaza 20 cm. se denomina N_{DPSH} o N_{20} . Se considera "rechazo" cuando son necesarios más de 100 golpes en un tramo de 20 cm. de ensayo.

Analizando las diagrfías obtenidas en los ensayos de penetración podemos diferenciar los siguientes niveles.

Inicialmente, en todos los penetrómetros, se define una zona que va desde el inicio hasta la cota de 3,80 m. dónde se registran golpes bajos con un valor medio N_{DPSH} de 3.





Según los datos arrojados por los sondeos este nivel se interpreta como capa de rellenos antrópicos, materiales que presentan un grado de compacidad muy flojo a flojo, presentándose algo más compactos por la actividad antrópica en superficie.

Por debajo, a 3,80 m., se aprecia un aumento muy leve de los golpes, manteniéndose no obstante valores N_{DPSH} muy similares a los del nivel anterior, con valores medios de 3 a 4, en lo que corresponde a arenas arcillo-limosas flojas interpretadas como depósitos coluviales.

A partir de 6,20 m. se produce un aumento contundente en los golpes. La morfología de las diagráfias de la penetración, a partir de aquí, se hace quebrada presentando alti-bajos pero manteniéndose, en todo caso valores propios de una consistencia muy firme.

En los penetrómetros, el rechazo se produce a cotas similares desde 3,00 hasta 4,40 m.

Recordaremos que la correlación existente entre los valores de N_{DPSH} y los de N_{SPT} serían según la relación: $N_{SPT} = N_{DPSH} \cdot 1,40$.

A continuación, se representan los niveles descritos en los penetrómetros, según su grado de consistencia -compacidad y según la interpretación que se les ha dado.

Tabla IX. Niveles definidos según los ensayos de penetración dinámica realizados.

PENETRÓMETRO	Prof. Rechazo (m.)	/Rellenos		Arenas arcillo-limosas (depósitos coluviales)		Margas verdosas	
		Techo	Muro	Techo	Muro	Techo	Muro
P-1	No se Produce. Final a 10,00 m.	0,00	3,80	3,80	6,20	6,20	10,00

En el Anejo 3 ("Ensayos de penetración dinámica") se adjuntan los gráficos de penetración correspondientes a los ensayos realizados.

4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras extraídas de los sondeos, se ha realizado en laboratorio ensayos para la clasificación de los materiales (identificación), para la determinación de sus propiedades mecánicas y agresividad química.

A continuación, se representa la tabla resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio, realizados sobre las muestras:





Tabla X Resumen de los ensayos de laboratorio.

	Prof. (m.)	TIPO	UNE 5	UNE 0,08	L.L.	I.P.	Clasificación USCS	Densid. Natural (T/m ³)	Humed. (%)	R.C.S (Kg/cm ²)	Máxima presión de hinchamiento (Kgr/cm ²)	Residuo seco (mg/l)	Ph	Mg ²⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ en aguas (mg/l)	CO ₂ (mg/l)
S-1	3,20-3,40	MA1										1378	7,7	56	0	788	9,68
	7,00-7,60	SPT	100,00	46,37	NP	NP	SM										
	10,40-10,70	TP1	88,16	78,91	58,5	25,6	MH	1,80	37,80	1,18							
	17,70-18,00	TP2	100	90,99	60,3	36,6	CH	1,91	26,90	2,86	0,33						

En el apartado de anejos A-5 (Ensayos de Laboratorio) se presentan las hojas técnicas de los ensayos realizados sobre las muestras.





5. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

5.1 PERFIL GEOTECNICO

A partir de los datos obtenidos a través de las investigaciones de campo realizadas, de los ensayos de laboratorio efectuados sobre las muestras tomadas y del análisis de la información así obtenida, se ha elaborado un perfil geotécnico tipo representándose los materiales presentes en la zona de estudio.

5.1.1 Nivel geotécnico 0:

Incluimos en este nivel los rellenos antrópicos, nivel más superficial, formado por arenas limosas con algunos a bastantes cantos, con algo de materia orgánica y restos de ladrillería. Los Tonos grises a pardos.

La compacidad es floja a muy floja y presenta inestabilidad en las paredes de las perforaciones realizadas.

Presenta unos espesores variables de entre 3,40 a 4,10 m.

Dadas las características geotécnicas que presenta este nivel más superficial, deberá ser retirado y descartado para realizar sobre él cualquier tipo de cimentación.

5.1.2 Nivel geotécnico 1:

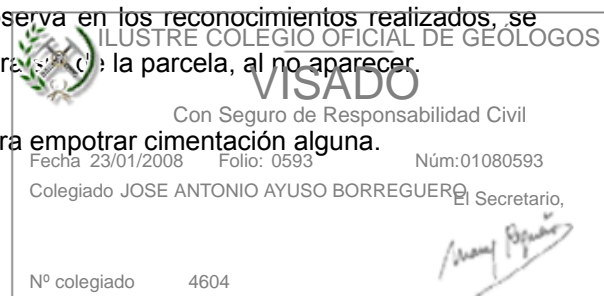
Está constituido por unas arenas arcillo-limosas de tono gris a verdoso claro. Muy húmedas. La compacidad es muy floja a floja.

Este nivel Se encuentra inmediatamente por debajo del nivel más superficial anteriormente descrito a partir de 3,40 a 4,10 m. y únicamente aparece en el sondeo S-2 y se parece interpretar en el penetrómetro P-1 (si bien esto último no resulta muy seguro por la similitud de los valores de golpeo entre los niveles 0 y 1).

Se interpretan estos materiales como depósitos coluviales enclavados en la zona norte o noreste de la parcela, la más cercana a las elevaciones terciarias de la localidad.

Los espesores dentro de la parcela, como se observa en los reconocimientos realizados, se acuñan, oscilando entre 5,40 m. y 0,00 m. en la cara sur de la parcela, al no aparecer.

Su bajo grado de compacidad lo hacen no apto para empotrar cimentación alguna.





5.1.3 Nivel geotécnico 2:

Se sitúa inmediatamente por debajo de los niveles anteriormente descritos, por debajo del nivel geotécnico 1 en sondeo S-1 y penetración P-1 y directamente bajo el nivel 0 en el sondeo S-2.

Aparece a partir de 8,80 m., 6,20 m. y 4,10 m. en las prospecciones S-1, P-1 y S-2 respectivamente, alcanzando hasta el final de las prospecciones.

Se trata de materiales terciarios: margas de tonos gris a verdoso claro, húmedas. La consistencia es muy firme a dura.

Son algo a bastante arenosas en techo, en su primer metro. Dadas las características del proyecto se deberá cimentar en este nivel, mediante cimentaciones profundas.

A continuación se define, para cada prospección, la cota hasta la que se ha obtenido información y las cotas a las que aparecen los distintos niveles geotécnicos.

Tabla XI. Resumen perfil geotécnico.

INVESTIGACIÓN	PROFUNDIDAD INVESTIGADA (m)	PROUNDIDADES QUE LIMITAN AL NIVEL GEOTÉCNICO	PROUNDIDADES QUE LIMITAN AL NIVEL GEOTÉCNICO	PROUNDIDADES QUE LIMITAN AL NIVEL GEOTÉCNICO
		0 (m)	1 (m)	2 (m)
S-1	18,00	0,00-3,40	3,40-8,80	8,80-FINAL
S-2	10,60	0,00-4,10	-	4,10-FINAL
P-1	10,00	0,00-3,80	3,80-6,20	6,20-FINAL

5.2 IDENTIFICACIÓN Y ESTADO DE LOS MATERIALES

Granulométricamente, de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos U.S.C.S, los niveles de rellenos antrópicos, se clasificarían como arenas gravosas y limosas (SP-SM).

Por debajo, en el nivel geotécnico 1, detectado únicamente en S-1, se ha ensayado, al igual que los materiales del NG 2.

A continuación se muestran los resultados de los ensayos granulométricos realizados, el gráfico de Casagrande y la clasificación de los suelos según USCS.

Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).





Tablas XII, XIII y XIV. Análisis granulométricos realizados.

	U.N.E.	A.S.T.M.	Valores Muestra (% que pasa por tamiz)	LL	LP	IP
SPT4 (S-1)	Tamiz 80	Tamiz 3"	100,00	NP	NP	NP
	Tamiz 63	Tamiz 2 ½"	100,00			
	Tamiz 50	Tamiz 2"	100,00			
	Tamiz 40	Tamiz 1 ½"	100,00			
	Tamiz 25	Tamiz 1"	100,00			
	Tamiz 20	Tamiz ¾"	100,00			
	Tamiz 10	Tamiz ⅜"	100,00			
	Tamiz 5	Tamiz N° 4	100,00			
	Tamiz 2	Tamiz N° 8	100,00			
	Tamiz 0,4	Tamiz N°30	97,81			
	Tamiz 0,08	Tamiz N°200	46,37			

	U.N.E.	A.S.T.M.	Valores Muestra (% que pasa por tamiz)	LL	LP	IP
TP1 (S-1)	Tamiz 80	Tamiz 3"	100,00	58,5	32,9	25,6
	Tamiz 63	Tamiz 2 ½"	100,00			
	Tamiz 50	Tamiz 2"	100,00			
	Tamiz 40	Tamiz 1 ½"	100,00			
	Tamiz 25	Tamiz 1"	100,00			
	Tamiz 20	Tamiz ¾"	100,00			
	Tamiz 10	Tamiz ⅜"	95,72			
	Tamiz 5	Tamiz N° 4	88,16			
	Tamiz 2	Tamiz N° 8	83,98			
	Tamiz 0,4	Tamiz N°30	81,00			
	Tamiz 0,08	Tamiz N°200	78,91			

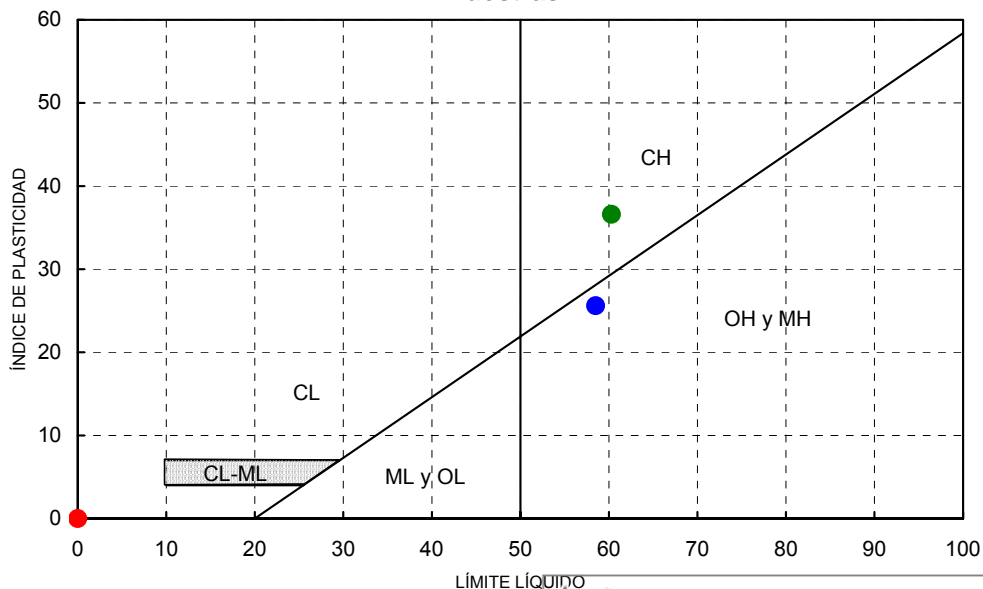




	U.N.E.	A.S.T.M.	Valores Muestra (% que pasa por tamiz)	LL	LP	IP
TP2 (S-1)	Tamiz 80	Tamiz 3"	100,00	60,3	23,7	36,6
	Tamiz 63	Tamiz 2 ½"	100,00			
	Tamiz 50	Tamiz 2"	100,00			
	Tamiz 40	Tamiz 1 ½"	100,00			
	Tamiz 25	Tamiz 1"	100,00			
	Tamiz 20	Tamiz ¾"	100,00			
	Tamiz 10	Tamiz ⅜"	100,00			
	Tamiz 5	Tamiz N° 4	100,00			
	Tamiz 2	Tamiz N° 8	99,79			
	Tamiz 0,4	Tamiz N°30	97,20			
	Tamiz 0,08	Tamiz N°200	90,99			

UNE 100		UNE 5			UNE 0,08		
BOLOS	GRAVAS	ARENAS			FINOS		
		GRUESAS	MEDIAS	FINAS	LIMOS	ARCILLAS	
		UNE 2		UNE 0,5	UNE 0,002		

Figura 1. Gráfico de plasticidad de Casagrande. Clasificación de la fracción fina de las muestras



LEYENDA:								
SPT4 (S-1)	●	TP1 (S-1)	●	TP2 (S-1)	●	LL	LP	IP
NP	NP	NP	58,50	32,90	25,60	60,30	23,70	36,60



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

VISADO

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Folio: 0593

Núm:01080593

Seña 23/01/2009
Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO

El Secretario,

Manuel Ayuso



Tabla XV. Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos

SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
		(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
		(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
	Límite líquido menor de 50		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
			OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
		Limos y arcillas:		MH
	Límite líquido mayor de 50		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
Suelos muy orgánicos			PT	Y otros suelos de alto contenido orgánico.



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

VISADO

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Fecha 23/01/2008 Folio: 0593 Núm:01080593

Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO, Secretario,

Nº colegiado 4604



Según los ensayos realizados sobre las muestras, que han sido seleccionadas por su representatividad, podemos afirmar que el nivel geotécnico 1 se clasifica según USCS como SM o arenas limosas con una proporción mayoritaria de arena fina.

En el caso del nivel 2 debemos acudir a clasificaciones de tipo CH y MH, arcillas y limos de alta plasticidad.

Según los datos de los ensayos realizados, estimaremos una densidad de $1,60 \text{ t/m}^3$ para el N.G. 0, de $1,70 \text{ t/m}^3$ para el N.G. 1 y de $1,90$ para el NG 2.

5.3 PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas de los suelos se evalúan por diferentes medios.

En el caso que nos ocupa son de gran interés, los ensayos de penetración dinámica efectuados *in situ* en el interior de los sondeos tipo S.P.T, y los valores de resistencia a la compresión simple; así como el comportamiento ante la perforación durante la ejecución de los sondeos y otras observaciones de campo.

La capa de suelo vegetal (nivel geotécnico 0) presenta un grado de compacidad flojo, perforándose con facilidad y presentando cierta inestabilidad en las paredes de la perforación.

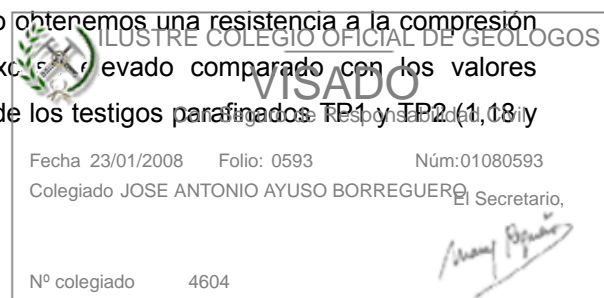
Suponiendo un valor de N_{SPT} característico de 3, asignaremos, a este nivel, un ángulo de rozamiento de 28° (ver figura 2), y una cohesión de 0 Kg/cm^2 . Respecto al módulo de deformación este puede correlacionarse de la figura 4 según el golpeo estimado. Así, para un golpeo característico de 3 se tendrá un módulo E de 50 Kg/cm^2 .

Por debajo de este nivel superficial, encontramos el nivel geotécnico 1, constituido por arenas arcillo-limosas de tono gris a verdoso claro. Muy húmedas. La compacidad es muy floja a floja.

Los valores de N_{SPT} tomados, en este nivel, en el sondeo, son muy similares a los del nivel anterior, por lo que propondremos valores similares de módulo de deformación con un ángulo de rozamiento de 29° y una cohesión de $0,20 \text{ Kg/cm}^2$, según los valores estimativos propuestos por Grundbau Taschenbuch, para arenas arcillosas.

Para el nivel geotécnico 2, tenemos valores medios característicos de N_{SPT} de 25

Si llevamos un valor de N mínimo de 25 al gráfico obtenemos una resistencia a la compresión simple del orden de $3,50 \text{ Kg/cm}^2$, valor en exceso evaluado comparado con los valores obtenidos en los ensayos de compresión simple de los testigos perforados TP1 y TP2 (1,18 y





2,86 Kg/cm², respectivamente) y con las observaciones de campo en calicatas y testigos de sondeo.

De esta manera, parece adecuado adoptar como valor de referencia para la caracterización de esta unidad un valor de resistencia a compresión simple de 2,20 Kg/cm², lo que se corresponderá con una resistencia al corte sin drenaje de 1,10 Kg/cm² y valores de N_{SPT} de 15. De la correlación con un valor mínimo de golpeo de 25 se tendrá un módulo de deformación de 280 Kg/cm², mientras que aplicando la correlación con la resistencia a corte sin drenaje de Burlan (E = 150 * Cu) se obtendrá un E del orden de 165 Kg/cm². Como valor característico del módulo de deformación se adoptara el valor medio de ambas correlaciones, igual a 222 Kg/cm²., con un coeficiente de Poisson, al igual que para el resto de niveles de 0,35.

El ángulo de rozamiento del NG 2 lo fijaremos en 25° y la cohesión en 0,50 Kg/cm², atendiendo a los valores estimativos propuestos por Grundbau Taschenbuch, para limos de plasticidad media-alta.

A continuación se presentan los gráficos de correlación empleados.

Figura 2. Correlación grado de compactación y N_{SPT} con el ángulo de rozamiento.

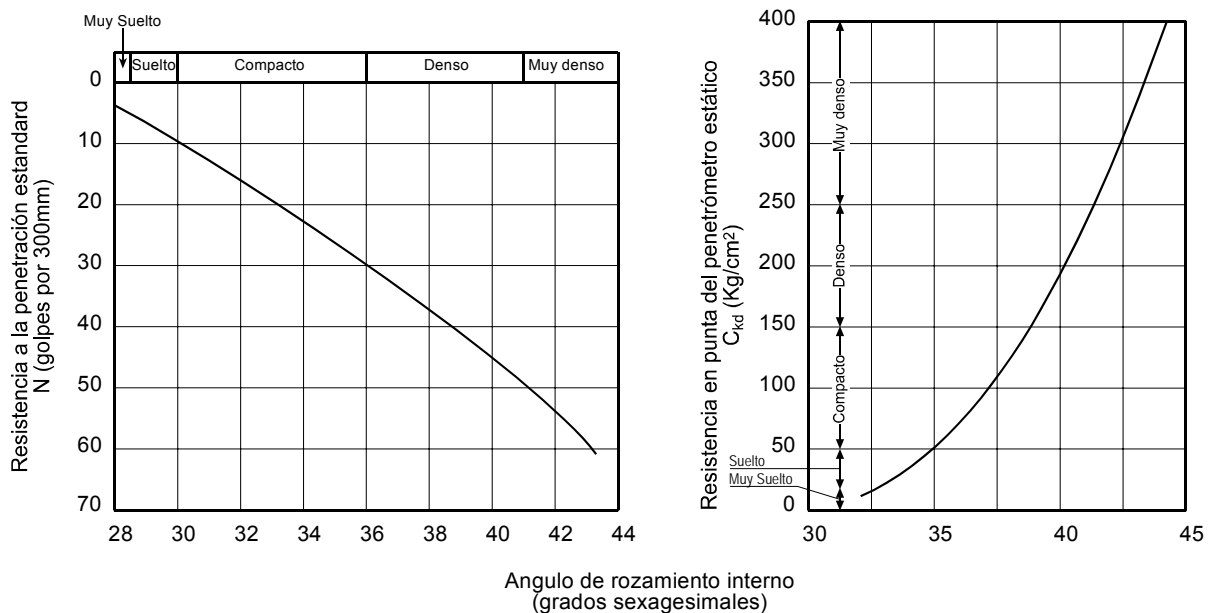




Figura 3. Correlación N_{SPT}/N_{20} con la resistencia a la compresión simple

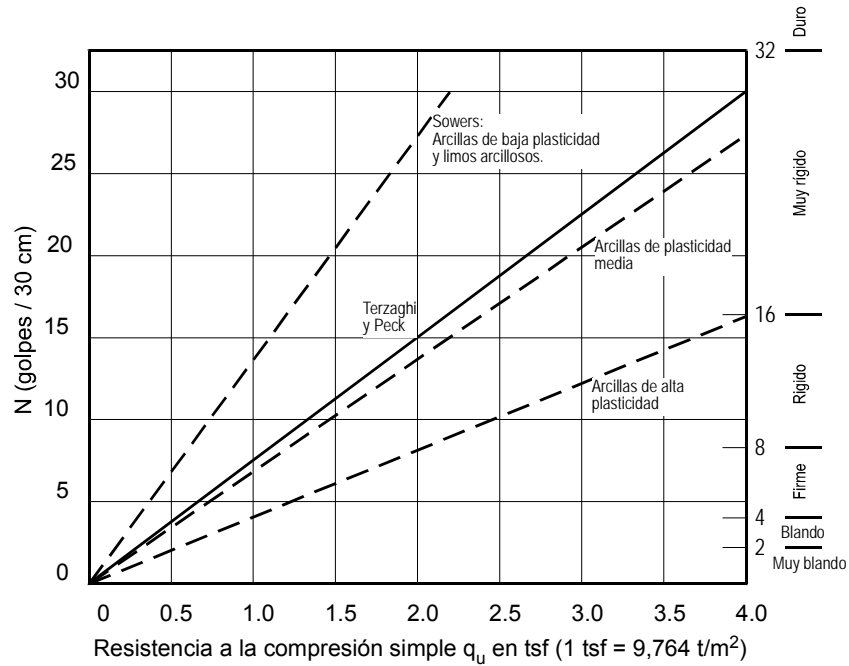
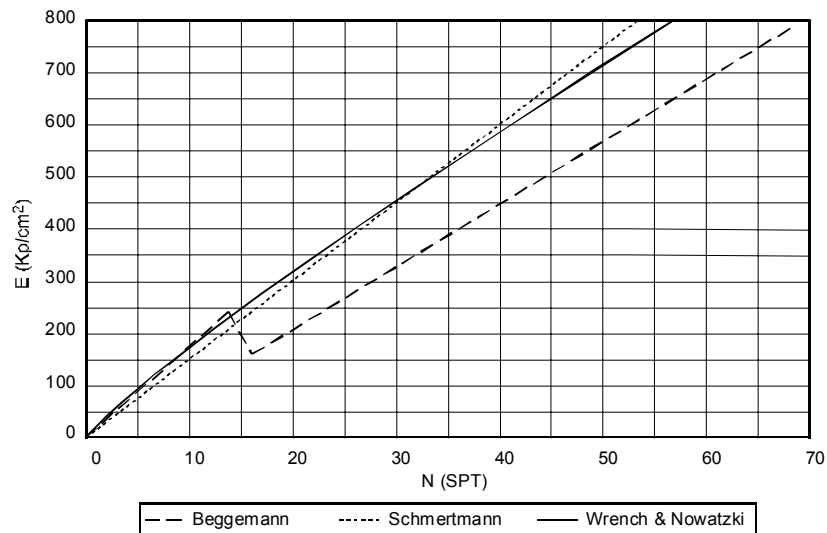


Figura 4. Correlación N_{SPT}/N_{20} con el Módulo de Deformación



Según todo lo comentado en el apartado, a continuación, se realiza un resumen de los parámetros geotécnicos, para los diferentes materiales.



Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).



Tabla XVI. Resumen de las propiedades geotécnicas.

	Nivel Geotécnico 0	Nivel Geotécnico 1	Nivel Geotécnico 2
Densidad aparente γ	1,60 T/m ³	1,70 T/m ³	1,90 T/m ³
N _{SPT}	3	3	15
Resistencia a compresión simple	-	-	2,10
Angulo de rozamiento (Φ)	28°	29°	25°
Cohesión (C)	0,00 kg/cm ²	0,20 Kg/cm ²	0,50 Kg/cm ²
Resistencia al corte sin drenaje (Cu)	-	-	1,1 Kg/cm ²
Módulo de deformación	50,0 Kg/cm ²	170,0 Kg/cm ²	222,0 Kg/cm ²
Coefficiente de Poisson	0,35	0,35	0,35

5.4 EXPANSIVIDAD

En general, cuanto mayores son los valores del Índice de Plasticidad y del Límite Líquido, mayor es la tendencia de un suelo a contraerse al desecarse y a hincharse al humedecerse, lo que refleja una expansividad potencial.

El grado de expansividad de un suelo, se puede valorar por lo tanto mediante los siguientes parámetros, donde se sombrea en gris los valores observados en campo.





Tabla XVII. Expansividad en funcion de diferentes parámetros.

Expansividad	Baja	Media	Alta	Muy alta
I_p	<18	15-28	25-40	>35
w_L	<30	30-60	40-60	>60
#200 A.S.T.M	<30	30-60	60-95	>95
Lambe (CPV)	0-2	2-4	4-6	6-12
w/w_L	>0,55	0,55-0,37	0,37-0,25	<0,25
w/w_P	>1,0	1,0-0,8	0,8-0,6	<0,6
Presión máx. de hinchamiento Kg/cm ²	<0,3	0,3-1,2	1,2-3,0	>3,0
Hinchamiento probable superficial	0-1	1-3	3-7	>7
% de hinchamiento probable	<1	1-5	3-10	>10

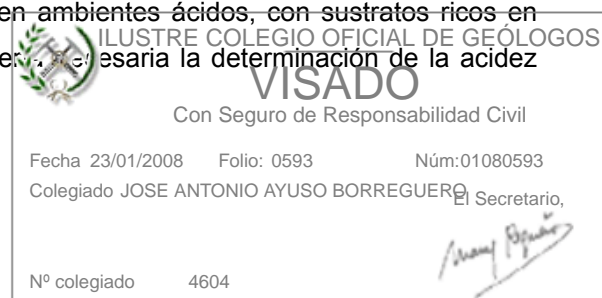
Tras los ensayos de identificación realizados sobre las muestras se comprobó que existía una expansividad potencial media-alta, atendiendo a los valores de índice de plasticidad, límite líquido y porcentaje de finos de la muestra.

Por ello se ha ensayado la muestra inalterada (desde 3,00 a 3,60 M.) para calcular la presión máxima de hinchamiento (P_h), obteniéndose un valor de P_h de 0,33 Kg/cm².

Se puede afirmar que los potenciales expansivos de los suelos, se sitúan entre los campos Expansividad potencial Baja y media, con unas presiones máximas de hinchamiento inferiores a 0,40 kg/cm², que en cualquier caso afectarán a las cimentaciones al deberse realizar cimentaciones profundas por debajo del nivel freático, zona no activa.

5.5 PROPIEDADES QUÍMICAS. AGRESIVIDAD DEL TERRENO.

Para determinar la agresividad potencial del terreno hacia el hormigón se seguirá como norma de referencia la EHE-99 o Instrucción sobre Hormigón Estructural. De acuerdo con esta norma se deberá analizar, en el caso de que exista nivel freático somero afectando a la cota de cimentación, el contenido de sustancias agresivas desde el punto de vista químico, en una muestra de agua freática o superficial presente. Si no se detectase la presencia de agua, siempre según la citada norma, únicamente será necesaria la determinación del contenido de sulfatos sobre una muestra de suelo representativa del terreno sobre el que se proyecta la cimentación. Además del contenido en sulfatos, en ambientes ácidos, con sustratos ricos en sílice libre, como por ejemplo zonas graníticas, será necesaria la determinación de la acidez Baumann-Gully.





En el caso aquí analizado, al haberse detectado presencia de nivel freático a una profundidad subsuperficial, el cual estará en contacto con el hormigón de las cimentaciones, se procedió a la toma y posterior análisis en laboratorio de una muestra de agua, dentro del sondeo S-1, a una profundidad de 1,40-1,60 m. De este análisis se han obtenido los siguientes resultados. Seguidamente se muestran los resultados obtenidos:

Tabla XVIII. Resumen de los ensayos químicos realizados.

	Profundidad (m.)	Tipo	Residuo seco (mg/L)	Ph	Mg ²⁺ (mg/L)	NH ⁴⁺ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	CO ₂ (mg/L)
S-1	De 3,20 a 3,40	MA1	1378,00	7,70	56,00	0,00	788,00	9,68

De acuerdo con la Instrucción EHE 99 sobre hormigones, a continuación se ofrecen las siguientes tablas donde se expresan, los distintos tipos de ataque relativos a procesos de deterioro del hormigón, en contacto con diferentes ambientes.

Tabla XIX. Criterios de agresividad EHE-99 para agua.

	ESPECIFICACIONES		
	Q _a DÉBIL	Q _b MEDIO	Q _c FUERTE
VALOR DEL pH	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
MAGNESIO (Mg ²⁺) (mg/l)	300-1000	1000-3000	>3000
AMONIO (NH ₄ ⁺) (mg/l)	15-30	30-60	>60
SULFATO (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	200-600	600-3000	>3000
CO ₂ (mg/l)	15-40	40-100	>100
RESIDUO SECO (mg/l)	75-150	50-75	<50

Tabla XX Criterios de agresividad EHE-99 para suelo.

	ESPECIFICACIONES		
	Q _a DÉBIL	Q _b MEDIO	Q _c FUERTE
SULFATO (SO ₄ ²⁻) (mg/Kg)	2.000-3.000	3.000-12.000	> 12.000
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/Kg)	>20	(*)	(*)

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

Con Seguro de Responsabilidad Civil
Fecha 23/01/2008 Folio: 0593 Núm:01080593
Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO, Secretario,
Nº colegiado 4604

Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).



De acuerdo con estos niveles de agresividad, la EHE establece unas medidas a tomar para cada grado de afección, las cuales van desde dosificaciones especiales de agua/cemento para el grado débil al uso de cementos especiales para los grados de mayor agresividad, tal y como se refleja en las siguientes tablas:

Tabla XXI. Dosificaciones según ambiente de exposición (EHE-99)

Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento				
Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Q _a	Q _b	Q _c
Máxima Relación agua/cemento	masa	0,50	0,50	0,45
	Armado	0,50	0,50	0,45
	Pretensado	0,50	0,45	0,45
Mínimo contenido de cemento (Kg/m ³)	masa	275	300	325
	Armado	325	350	350
	Pretensado	325	350	350

Tabla XXII. Resistencias según ambiente de exposición (EHE-99)

Resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad				
Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Q _a	Q _b	Q _c
Resistencia Mínima (N/mm ²)	Masa	30	30	35
	Armado	30	30	35
	Pretensado	30	35	35

Este análisis, de acuerdo los criterios establecidos por la EHE, indica que el grado de agresividad será medio por sulfatos, por lo que el ambiente en el apoyo se clasificaría como Q_b o grado de agresividad química media, debiéndose adoptar las indicaciones contempladas en las tablas XXI y XXII para este ambiente. Además, de acuerdo con la EHE, se hará preceptivo el uso de cemento suforresistente, obligatorio para contenidos en sulfato por encima de 600 mg/l en agua.





6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

6.1 CIMENTACIONES, COTAS Y ASIENTOS.

6.1.1 Cálculo de la tensión admisible

A continuación se describen los procedimientos de cálculo seguidos para la definición de las tensiones admisibles de los materiales sobre los que se deberán realizar las cimentaciones, el nivel geotécnico

Según las características geotécnicas de los niveles superficiales, será necesario realizar cimentaciones profundas por pilotaje o micropilotaje empotradas en el nivel geotécnico 2.

Para el cálculo de la capacidad portante, frente a pilotes perforados, para terrenos con q_u superiores a $1,50 \text{ Kg/cm}^2$, se utilizará la expresión.

$$Q_n = Q_p + Q_f$$

Donde:

Q_n : Carga de hundimiento del pilote (sin aplicar factor de seguridad)

Q_p : Resistencia por punta.

Q_f : Resistencia por fuste.

La resistencia por fuste (Q_f) y punta (Q_p) serán igual a:

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

$$Q_f = A_f \cdot q_f$$

Donde:

q_p : Resistencia unitaria por punta

q_f : Resistencia unitaria por fuste

A_p : Área de la punta

A_f : Área del fuste

$$Q_p = \pi \cdot r \cdot q_p$$

Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).





$$Q_f = \pi \cdot D \cdot L \cdot q_f$$

Donde:

D: Diámetro del pilote

r: Radio del pilote

L: Longitud del pilote sobre la que actuara el fuste.

Las resistencias unitarias por punta y por fuste dependen directamente de la resistencia a la compresión simple de los suelos, según las siguientes fórmulas:

$$q_p = N_c \cdot c_u \quad \text{donde: } N_c = 9 (\varnothing < 45 \text{ cm.}), N_c = 7 (45 \text{ cm.} < \varnothing < 90 \text{ cm.}) \text{ y } N_c = 6 (\varnothing > 90 \text{ cm.})$$

$$q_f = c_a \quad \text{donde: } c_a \approx 0,3 \text{ a } 0,4 \cdot c_u$$

En la resistencia por punta se tendrá en cuenta el valor de resistencia a compresión simple, a la cota de empotramiento del pilote, y en la resistencia por fuste se tendrán en cuenta las resistencias a compresión simple de los niveles atravesados por el pilote, desestimándose, en este caso, la resistencia que, por fuste nos ofrece la capa de rellenos y del nivel descrito como coluvial (nivel geotécnico 1) que se considera despreciable.

Para el cálculo de la carga admisible del pilote se dividirán las cargas de hundimiento entre unos factores de seguridad.

El factor de seguridad propuesto para pilotes perforados en arcillas (margas) será de 3 para el sumando de la punta y del fuste, en este caso.

La carga admisible final será:

$$Q_{adm} = Q_p/3 + Q_f/3$$

Para el cálculo de la capacidad portante realizada para micropilotes se utilizará la formulación de Bustamante, desarrollada en 1980 1986 y 2003, mediante la cual:

$$Q_L = Q_P + Q_S$$

Donde:

Q_L = Carga límite en cabeza, sin aplicar factor de seguridad

Q_P = Resistencia por punta límite. Según Bustamante igual a $0,15 \cdot Q_S$

Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).





Q_s = Resistencia por fuste límite.

Según Bustamante la resistencia por fuste (Q_s) será igual a:

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot L \cdot q_s$$

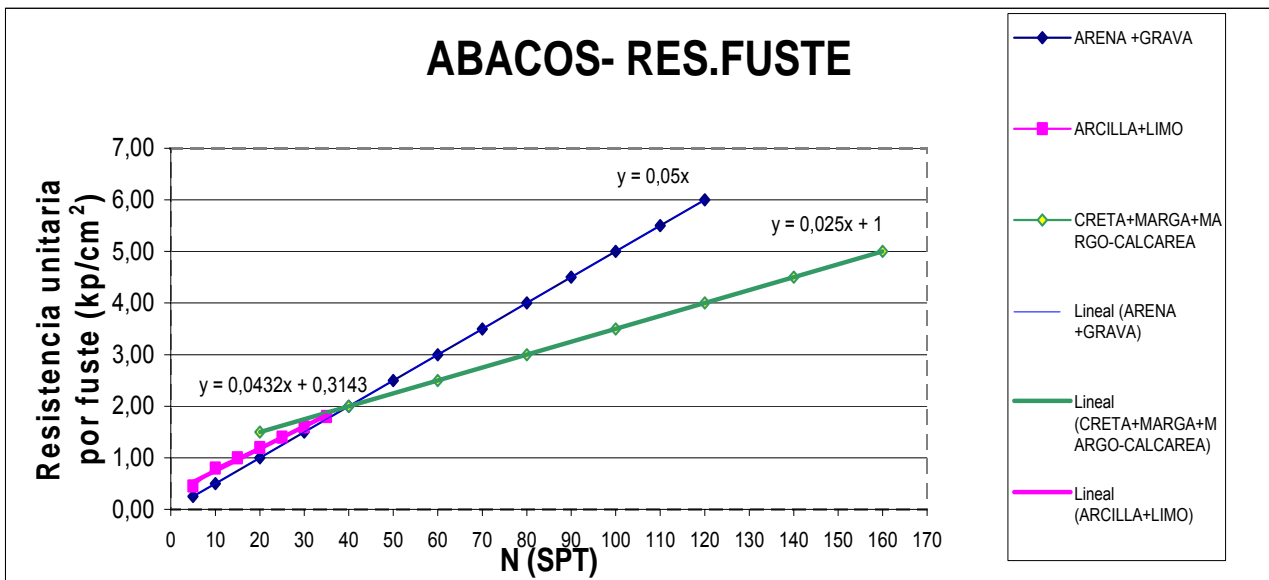
Donde:

D es el diámetro medio real

L es la longitud del micropilote sobre la que actuara el fuste. En el caso presente será la de empotramiento bajo el fondo de excavación.

La resistencia por fuste (q_s) depende directamente de la resistencia a la penetración dinámica de los suelos, según el siguiente gráfico propuesto por Bustamante.

Figura 5. Ábacos de resistencia por fuste de los materiales según valores de N_{SPT}



El factor de seguridad propuesto por Bustamante será de 2 para todos los casos. Este valor será el considerado e el presente análisis, por lo que la carga admisible final será, en función de la longitud de empotramiento:



Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).



$$Q_{adm} = QL/2 = \frac{(1+0.15) \cdot \pi \cdot D \cdot L \cdot q_s}{2}$$

Se recomienda, dada la escasa base de los micropilotes (diámetro de 0,15 m.) despreciar el sumando de la resistencia ofrecida en la punta, que dando pues la fórmula de la siguiente manera:

$$Q_{adm} = QL/2 = \frac{\pi \cdot D \cdot L \cdot q_s}{2}$$

Utilizando estos métodos de cálculo y adoptando los valores de cálculo representativos para las zonas definidas en el nivel geotécnico 1, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla XXIII. Síntesis de resultados del cálculo de cimentaciones

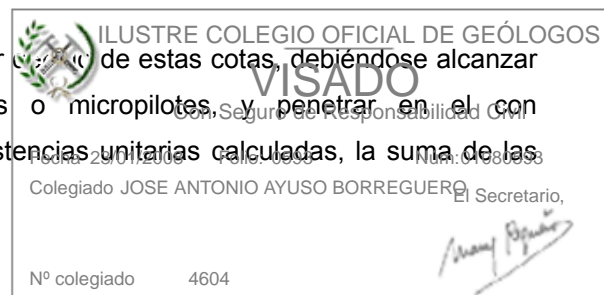
Tipo de cimentación	Nivel de cimentación	Valor de N _{SPT}	VALOR q _u	VALOR c _u	Resistencia unitaria por fuste (q _f)	Resistencia unitaria por punta (q _p)
Pilotes Perforados	NG 0	3	-	-	Despreciable	
	NG 1	3	-	-	Despreciable	
	NG 2	15	2,20 kg/cm ²	1,10 kg/cm ²	0,44 kg/cm ²	7,70 kg/cm ² (*)
Micropilotes	NG 0	3	-	-	Despreciable	
	NG 1	3	-	-	Despreciable	
	NG 2	15	2,20 kg/cm ²	1,10 kg/cm ²	1,20 kg/cm ²	0,00 kg/cm ²

(*) N_c = 7 (45 cm.<Ø<90 cm.)

6.1.2 Cotas de cimentación

Según las características geotécnicas de los niveles superficiales, estos se descartan como sustrato de cimentación, por lo que será necesario realizar cimentaciones profundas para acceder hasta el nivel geotécnico 2, que aparece a 8,80 m., 6,20 m. y 4,10 m. en S-1, P-1 y S-2, respectivamente.

Las cimentaciones se realizarán en todo caso, por encima de estas cotas, debiéndose alcanzar este nivel mediante la realización de pilotes o micropilotes, y penetrar en el empotramientos tales que, atendiendo a las resistencias unitarias calculadas, la suma de las





resistencias totales por fuste y punta ofrecidas, igualen o superen las transmitidas a cada pilote o micropilote, por el edificio, asegurándose en todo caso empotramientos de .

6.1.3 Cálculo de asientos

Los asientos para un pilote vertical aislado serán aproximadamente de un 1% del diámetro empleado, lo que supondría asientos de 0,50 cm para pilotes de 50 cm. de diámetro, a lo que deberemos sumar el acortamiento del pilote.

La expresión para el cálculo del asiento, considerando el acortamiento del pilote será la siguiente:

$$s_i = \left[\frac{D}{40 \cdot Q_h} + \frac{l_1 + \alpha \cdot l_2}{A \cdot E} \right] \cdot P$$

s_i : Asiento del pilote individual aislado.

D : diámetro del pilote.

P : carga sobre la cabeza del Pilote.

Q_h : carga de hundimiento.

l_1 : Longitud del pilote fuera del terreno.

l_2 : Longitud del pilote dentro del terreno.

A : área del pilote.

E : módulo de elasticidad del pilote.

α : parámetro variable según la expresión $\frac{1}{Q_h} (0,5 \cdot Q_f + Q_p)$ (para pilotes que trabajan por punta $\alpha=1$ y para pilotes flotantes $\alpha=0,5$)

Cabe señalar aquí que el asiento esperable (según Lizzi, 1980 o Romana, 2003) para este tipo de micropilotes será de unos 5 mm para cargas de 18 T. y llegará hasta 7 mm. para cargas de hasta 50 T.

Cabe señalar aquí que el asiento esperable (según Lizzi, 1980 o Romana, 2003) para este tipo de micropilotes será de unos 5 mm para cargas de hasta 18 T. y llegará hasta 7 mm. para cargas de hasta 50 T.





No se prevé la generación de asientos diferenciales en ninguno de los casos de cimentación.

6.1.4 Asientos admisibles

La bibliografía ofrece numerosos ejemplos de estimación de los asientos máximos y diferenciales, admisibles, que a continuación se presentan:

Tabla XXIV. Valores tradicionales sobre asientos admisibles

		Arena	Arcilla
Cimentación por losa	Asiento máximo (cm.)	2,5-4,0	6,5
	Asiento diferencial máximo (cm.)	2,0-2,5	4,0-5,0
Cimentación por zapata	Asiento máximo (cm.)	4,0-6,5	6,5-10,0

Tabla XXV. Valores sobre asientos máximos admisibles (cm.) según la Norma MV-101

	Sin cohesión	Con cohesión
Obras de carácter monumental	1,2	2,5
Edificios de hormigón armado de gran rigidez	3,5	5,0
Edificios de hormigón armado de gran rigidez Estructuras metálicas hiperestáticas Edificios con muros de fábrica	5,0	7,5
Estructuras metálicas isostáticas Estructuras de madera Estructuras provisionales	>5,0 (*)	>7,5 (*)

(*) Comprobando que no se produce desorganización en la estructura ni en los cerramientos

Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).





**Tabla XXVI. Valores sobre asientos máximos admisibles (cm.) según la Norma TGL 11464
Alemania Oriental (1972)**

	Granulares y cohesivos de consistencia media o dura	Cohesivos de consistencia plastica
Retícula de hormigón armado o de acero, con arriostramientos	2,5	4,0
Retícula hiperestática o de vigas continuas de hormigón armado o de acero, sin arriostramientos	3,0	5,0
Estructuras metálicas isostáticas de hormigón armado o de acero, sin arriostramientos	5,0	8,0
Muros de carga, sin armar	2,5	4,0
Muros de carga con zunchos, al nivel de los forjados.	3,0	5,0

Según el concepto de distorsión angular que viene dado por la relación:

$$b = \delta_s / L$$

Donde:

δ_s : asiento diferencial

L : distancia entre puntos

Los valores de la distorsión angular, seguidos habitualmente, se presentan en las tablas XXVII y XXVIII:

Tabla XXVII. Valores de la distorsión angular.

b	Criterio
1/500	Límite de seguridad frente a la fisuración
1/300	Aparición de fisuras en muros y tabiques
1/150	Fisuras y daños en elementos estructurales



Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).



Tabla XXVIII. Valores de la distorsión angular

b	Criterio
1/300	Estructuras isostáticas y muros de contención.
1/500	Estructuras reticuladas con tabiquería de separación.
1/700	Estructuras de paneles prefabricados
1/1.000	Muros de cargasin armar con flexión cóncaba hacia arriba
1/2.000	Muros de cargasin armar con flexión cóncaba hacia abajo

En nuestro caso, edificación, adoptaremos un valor de b igual a: 1/500. Por lo que el asiento diferencial máximo permitido (δ_s) tomando una distancia de vanos de 7 m. lo fijaremos en 1,40 cm.

Como conclusión podemos afirmar que los asientos máximos y diferenciales esperables no superarán a los tolerables por las construcciones.

6.1.5 Presencia de agua. Permeabilidad del terreno

Tras la ejecución de los sondeo se instaló un piezómetro de PVC ranurado, en S-1, con el fin de la toma de datos del nivel de agua freática, así como para poder tomar muestra de la misma en caso de su presencia.

En la siguiente tabla se resumen los niveles medidos durante la ejecución del sondeo y en las fechas posteriores.

Tabla XXIX. Relación de niveles de agua en los sondeos.

	FECHA Y OBSERVACIONES	MEDIDA (m.)
S-1	22-oct-07 (durante la realización del sondeo perforando en seco)	3,20
	1-nov-07	3,20
	4-dic-07	3,20
S-2	24-oct-07 (durante la realización del sondeo perforando en seco)	3,00

Según esto, resulta clara la presencia de agua freática desde 3,00 a 3,20 m.,





A continuación se presentan los valores aproximados de permeabilidad, para los diferentes niveles geotécnicos, tomados de la recopilación realizada por Gregory y Walling.

Tabla XXX. Valores de permeabilidad.

TIPO DE SUELO	Permeabilidad m/día
Nivel geotécnico 0	10^2
Nivel geotécnico 1	10^1
Nivel geotécnico 2	10^{-5}

Estudio geotécnico del terreno para el proyecto:
Construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de Cuellar (Segovia).





7. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Una vez analizados los datos obtenidos y según lo ya expuesto en cada uno de los apartados, a continuación se realiza un resumen, aportando una serie de recomendaciones constructivas:

Se descarta el apoyo de cimentaciones sobre los niveles superficiales definidos como Nivel geotécnico 0: capa de suelo vegetal y rellenos antrópicos y Nivel geotécnico 1: Depósitos coluviales..

Como condiciones de cimentación, realizada esta mediante pilotes se define lo siguiente: se deberá asegurar un empotramiento en el nivel geotécnico 2, mínimo de 5 veces el diámetro del pilote, considerando los valores de resistencia unitaria por fuste ($0,44 \text{ kg/cm}^2$) y por punta ($7,70 \text{ kg/cm}^2$, para diámetros entre 45 cm. y 0,90 cm.) calculados en el apartado de "Cálculo de la tensión admisible".

Como condiciones de cimentación, realizada esta mediante micropilotes se define lo siguiente: se deberá asegurar un empotramiento en el nivel geotécnico 2, considerando un valor de resistencia unitaria por fuste ($1,20 \text{ kg/cm}^2$), calculado en el apartado de "Cálculo de la tensión admisible".

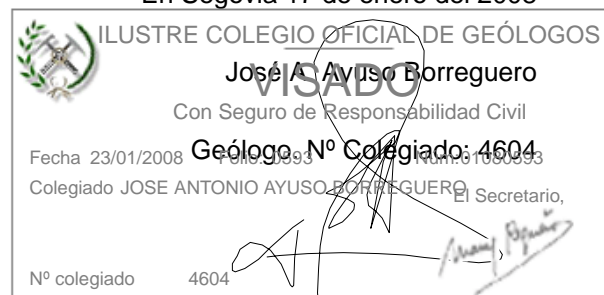
En ambos casos de cimentación se desestima la resistencia por fuste que ofrecen los niveles geotécnicos 0 y 1.

-Se ha detectado la presencia de agua en las prospecciones, situándose el nivel freático en torno a 3,00 m., a 3,00 m., en S-2 y 3,20 m., en S-1.

Del análisis de agresividad de las muestras tomadas y de acuerdo los criterios establecidos por la EHE, se indica que el grado de agresividad será medio por sulfatos, por lo que el ambiente en el apoyo se clasificaría como Qb o grado de agresividad química media, debiéndose adoptar las indicaciones contempladas en las tablas XXI y XXII para este ambiente. Además, de acuerdo con la EHE, se hará preceptivo el uso de cemento suforresistente, obligatorio para contenidos en sulfato por encima de 600 mg/l en agua.

El presente informe consta de 37 páginas numeradas y selladas, además de cinco Anejos.

En Segovia 17 de enero del 2008





Jose A. Ayuso Borreguero. Geólogo. N° de colegiado. 4604
Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA)

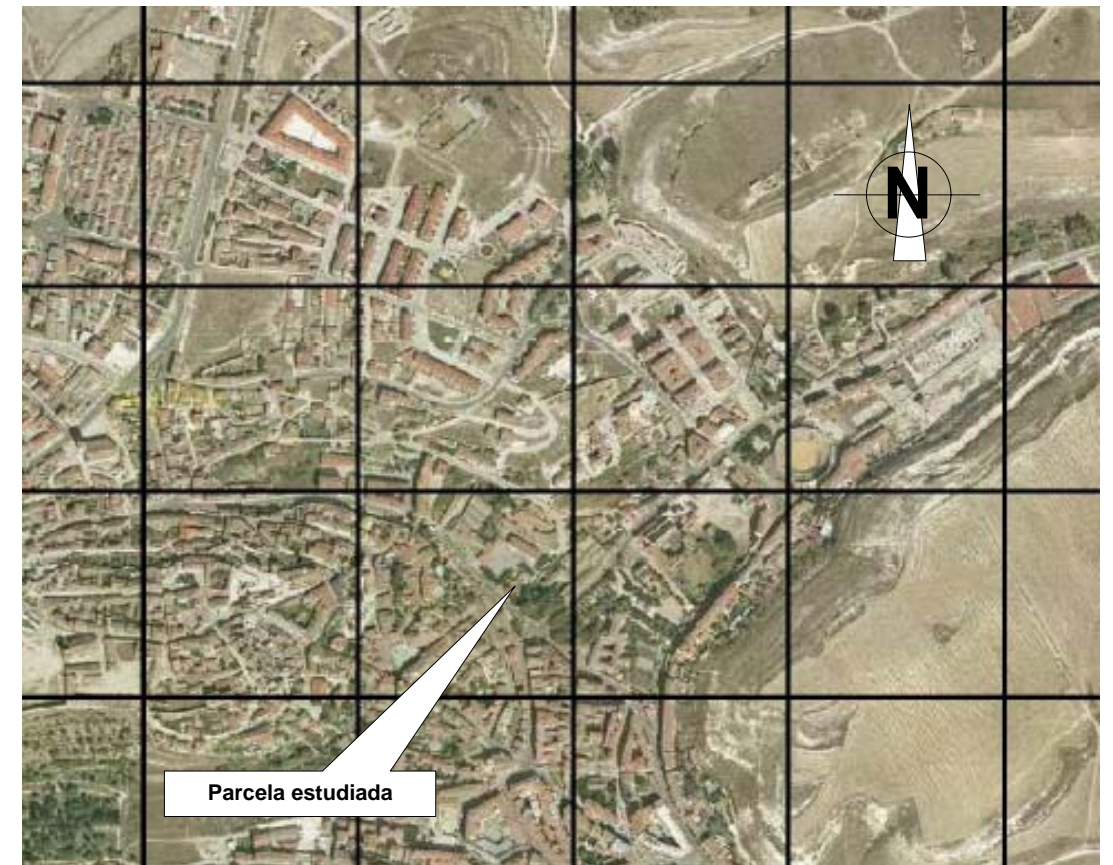
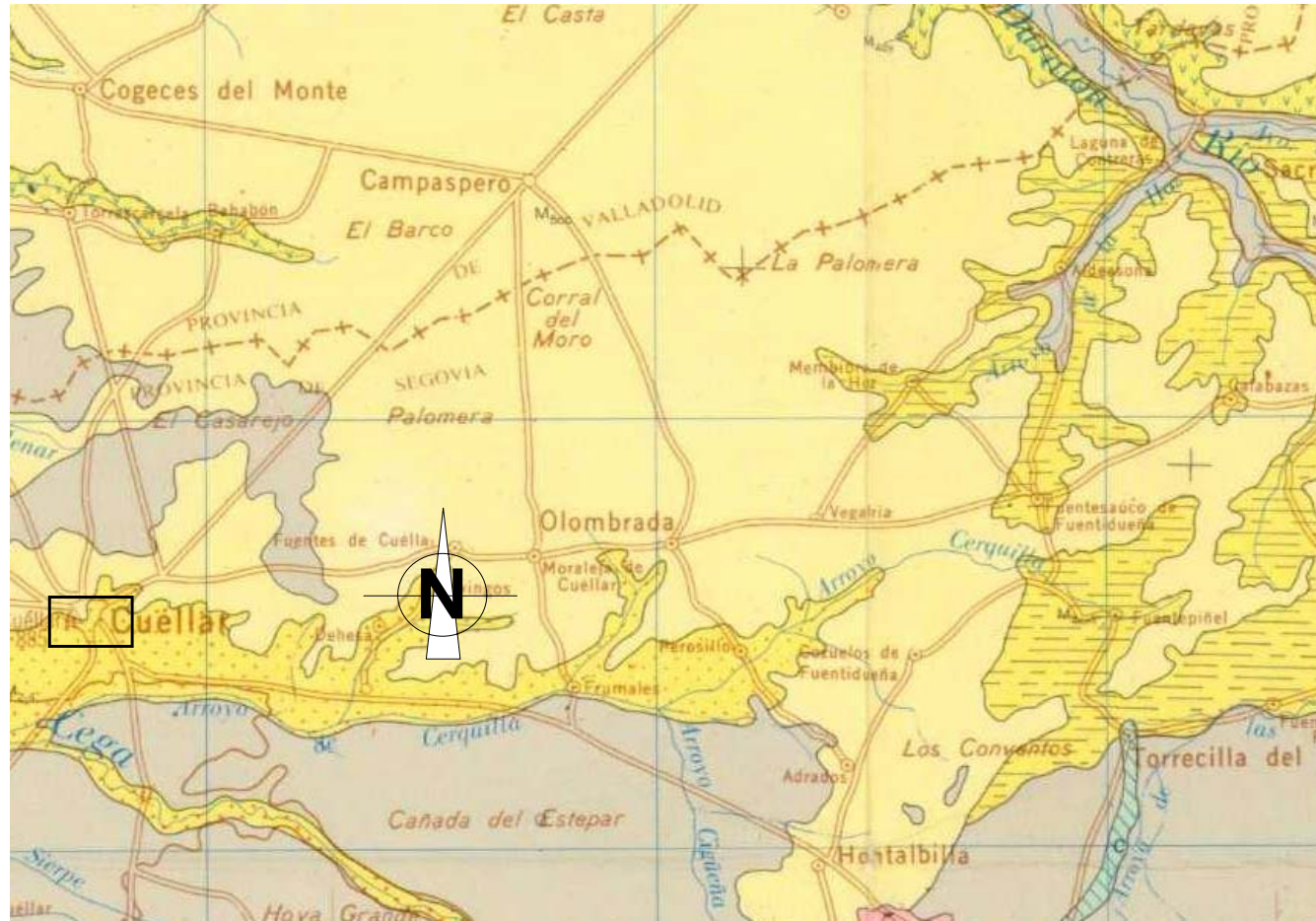
Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910
e-mail: ayuso@mixmail.com

ANEJO-1 PLANOS

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
VISADO		
Con Seguro de Responsabilidad Civil		
Fecha 23/01/2008	Folio: 0593	Núm:01080593
Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO, Secretario,		
Nº colegiado	4604	

Plano geológico

Situación de la parcela



LEYENDA:

CUATER.	Q	Aluvial / Diluvial.	[Empty box]	Zona de estudio.
NEOGENO	M _{5cc}	Calizas.	60	Direcciones y ángulos de buzamiento de las folaciones en formaciones metamórficas.
	M _{4cy}	Arcillas y margas yesíferas.	↘	Direcciones y ángulos de buzamiento de las formaciones sedimentarias.
	M ₂₋₄	Arenas y margas.	+	Capa horizontal. Buzamiento 0
	M _{4cm}	Margas y arcillas	↗	Eje anticlinal.
CRETÁCICO	C	Indiferenciado.	↘	Eje sinclinal.
			↗	Pliegues monocinales.
METAM.	ξ	Gneis.	— —	Falla.

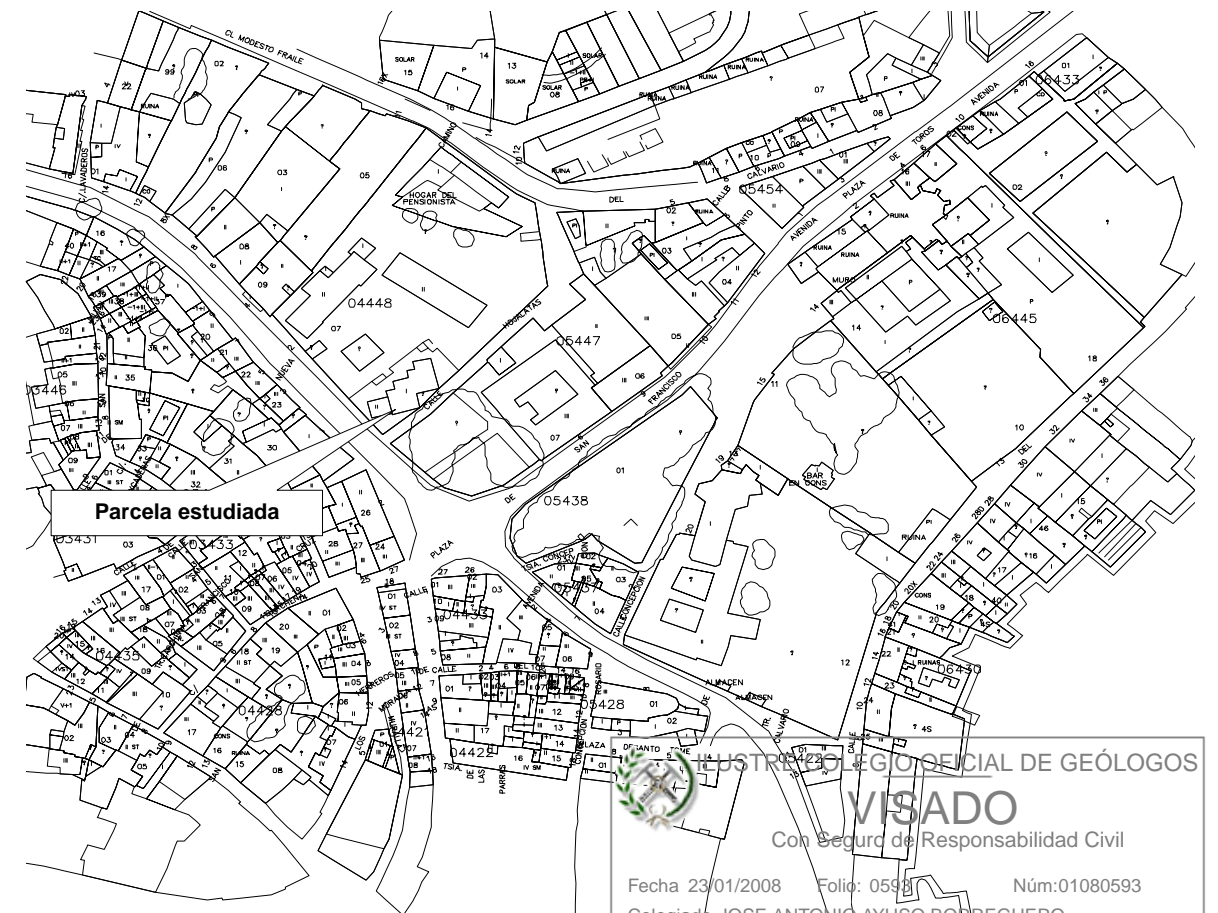
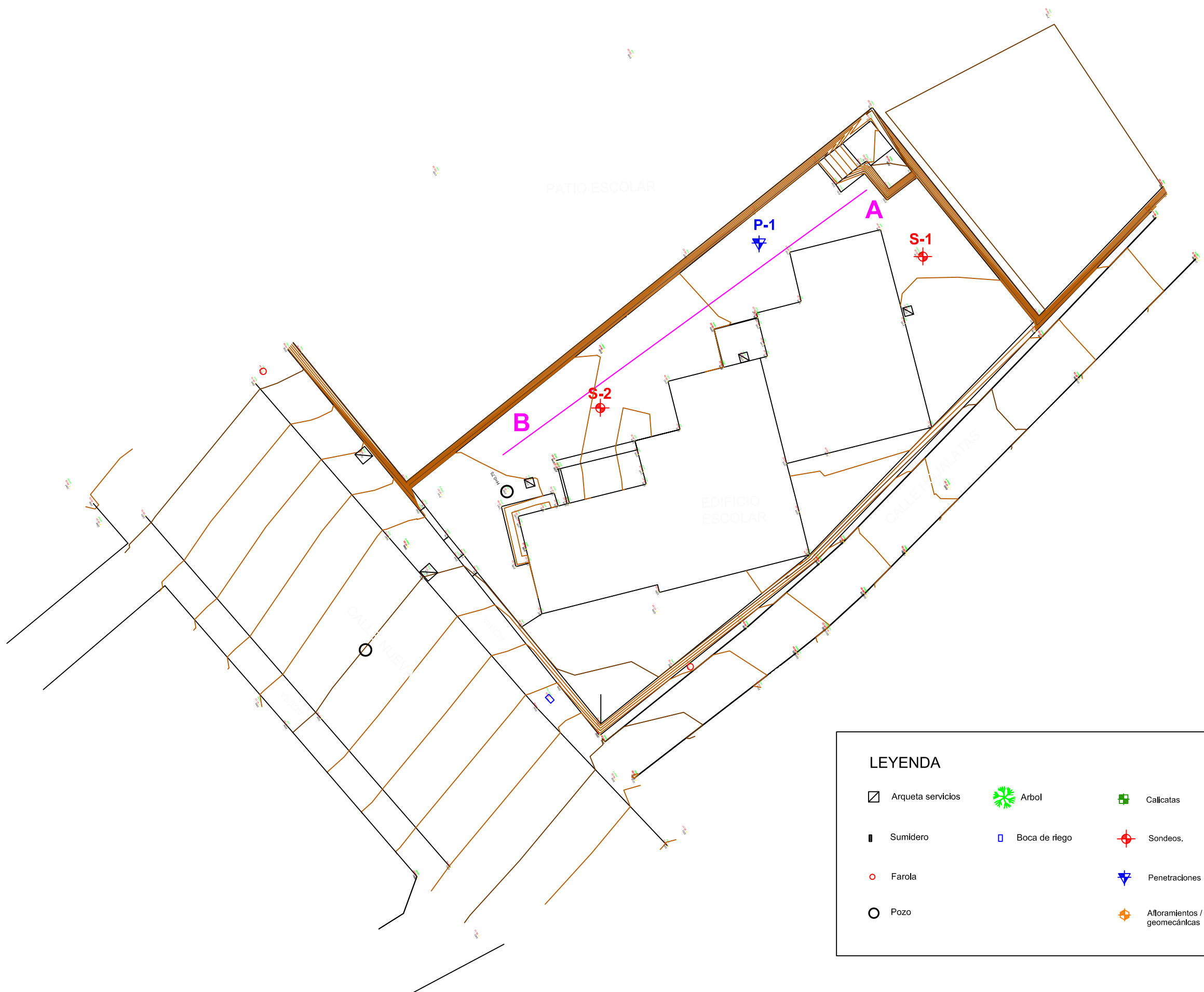


ILUSTRACIÓN GEOGRÁFICA DE GEÓLOGOS
VISADO
 Con Seguro de Responsabilidad Civil
 Fecha 23/01/2008 Folio: 0598 Núm:01080593
 Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORRIGUERO El Secretario,



LEYENDA

Arqueta servicios	Arbol	Calicatas	Traza del perfil geotécnico.
Sumidero	Boca de riego	Sondeos.	Curvas de nivel maestras (cada metro)
Farola	Penetraciones dinámicas	Afloramientos / Exposiciones geomecánicas	Curvas de nivel (cada 0,25 mts.)
Pozo			

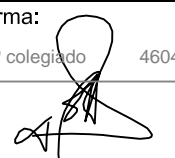

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
VISADO
 Con Seguro de Responsabilidad Civil


Fecha 23/01/2008 Folio: 0593 Núm:01080593
 Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO Secretario,


Jose A. Ayuso Borreguero. Geólogo. Nº de colegiado 4604
 Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA)
 Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910
 e-mail: ayuso@mixmail.com

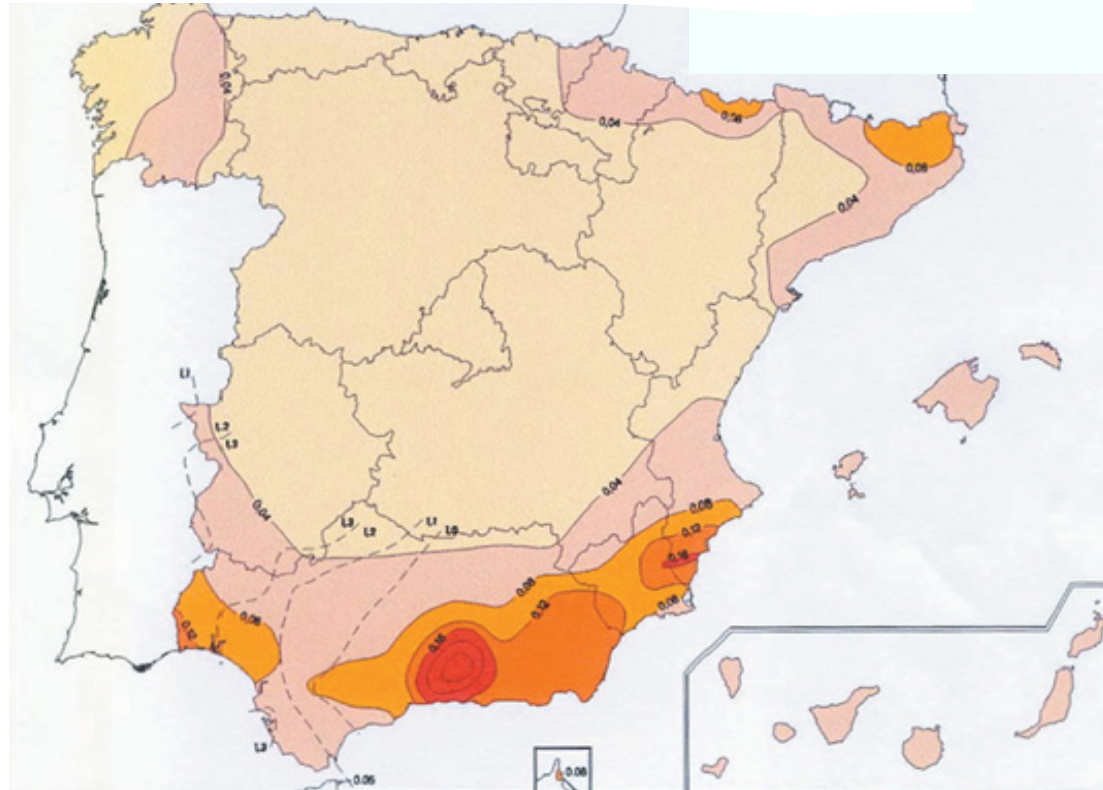
TÍTULO PROYECTO: Estudio geotécnico para la construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de La Villa de Cuellar en la C/ Nueva y C/ Hojalatas. Cuellar (Segovia).
TÍTULO PLANO: Situación de prospecciones. **ESCALA:** 1:250

AUTOR: Jose Antonio Ayuso Borreguero
FECHA: NOVIEMBRE 2007
Nº DE PLANO: 2 de 3

Firma:
 Nº colegiado 4604

 Jose Antonio Ayuso

Trabajo realizado por:

Junta de Castilla y León
 Delegación Territorial de Segovia
 Dirección Provincial de Educación

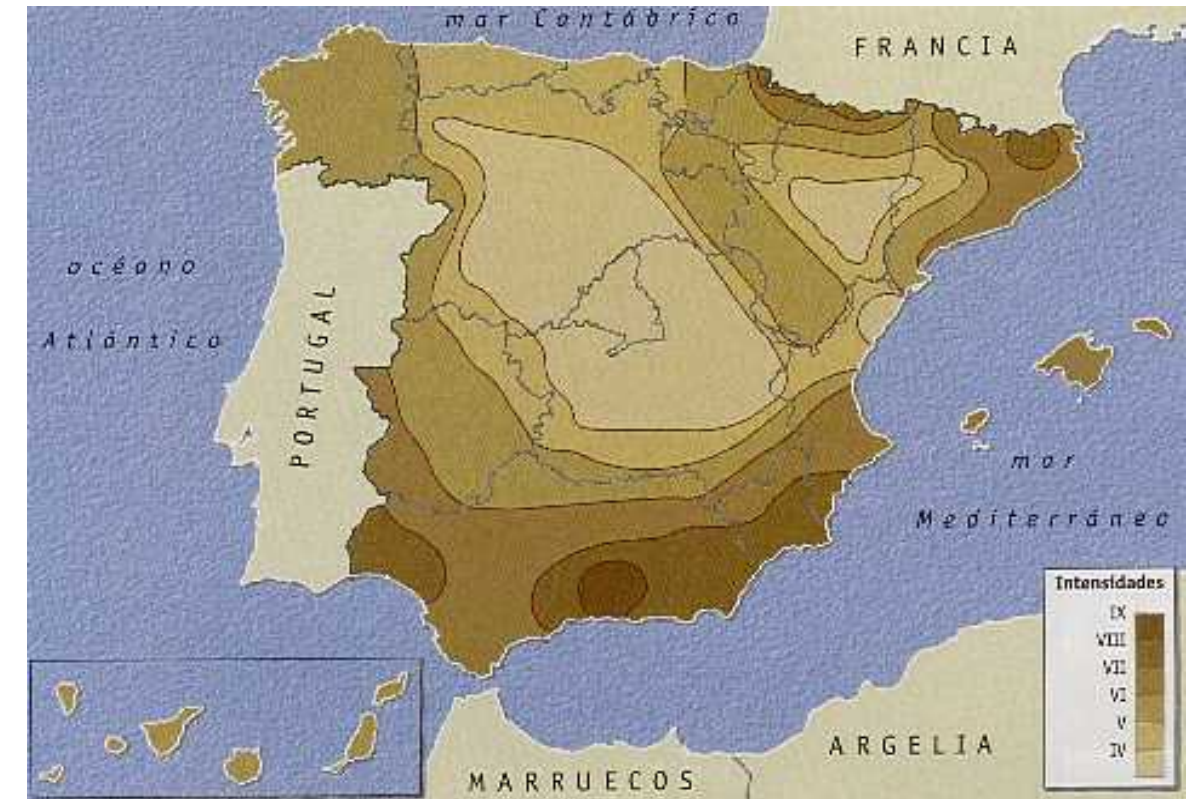
MAPA SÍSMICO DE LA NORMA SISMORESISTENTE. NCSE-02



LEYENDA:

	$a_b \leq 0,16 \text{ g}$
	$0,12 \leq a_b < 0,16 \text{ g}$
	$0,08 \leq a_b < 0,12 \text{ g}$
	$0,04 \leq a_b < 0,08 \text{ g}$
	$a_b < 0,04 \text{ g}$
	Coefficiente de contribución "K"

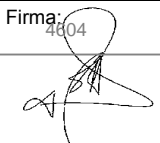
Mapa de peligrosidad sísmica en España expresada en intensidades para un periodo de 500 años.



LEYENDA:

	Intensidad IX
	Intensidad VIII
	Intensidad VII
	Intensidad VI
	Intensidad V
	Intensidad IV


ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
VISADO
 Con Seguro de Responsabilidad Civil
 Fecha 23/01/2008 Folio: 0593 Núm:01080593
 Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO El Secretario,

TÍTULO PROYECTO: Estudio geotécnico para la construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de La Villa de Cuellar en la C/ Nueva y C/ Hojalatas. Cuellar (Segovia). TÍTULO PLANO: Mapas de actividad sísmica en España	AUTOR: Jose Antonio Ayuso Borreguero colegiado	Firma: 	Trabajo realizado para: Junta de Castilla y León Delegación Territorial de Segovia Dirección Provincial de Educación
	FECHA: NOVIEMBRE 2007	Nº DE PLANO: 3 de 3	



Jose A. Ayuso Borreguero. Geólogo. N° de colegiado. 4604
Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA)

Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910
e-mail: ayuso@mixmail.com

ANEJO-2 REGISTROS DE SONDEOS

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
VISADO		
Con Seguro de Responsabilidad Civil		
Fecha 23/01/2008	Folio: 0593	Núm:01080593
Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO, Secretario,		
Nº colegiado	4604	

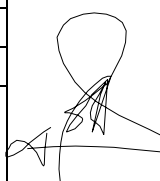


Jose A. Ayuso Borreguero. Geólogo. N° de colegiado. 4604
Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA)

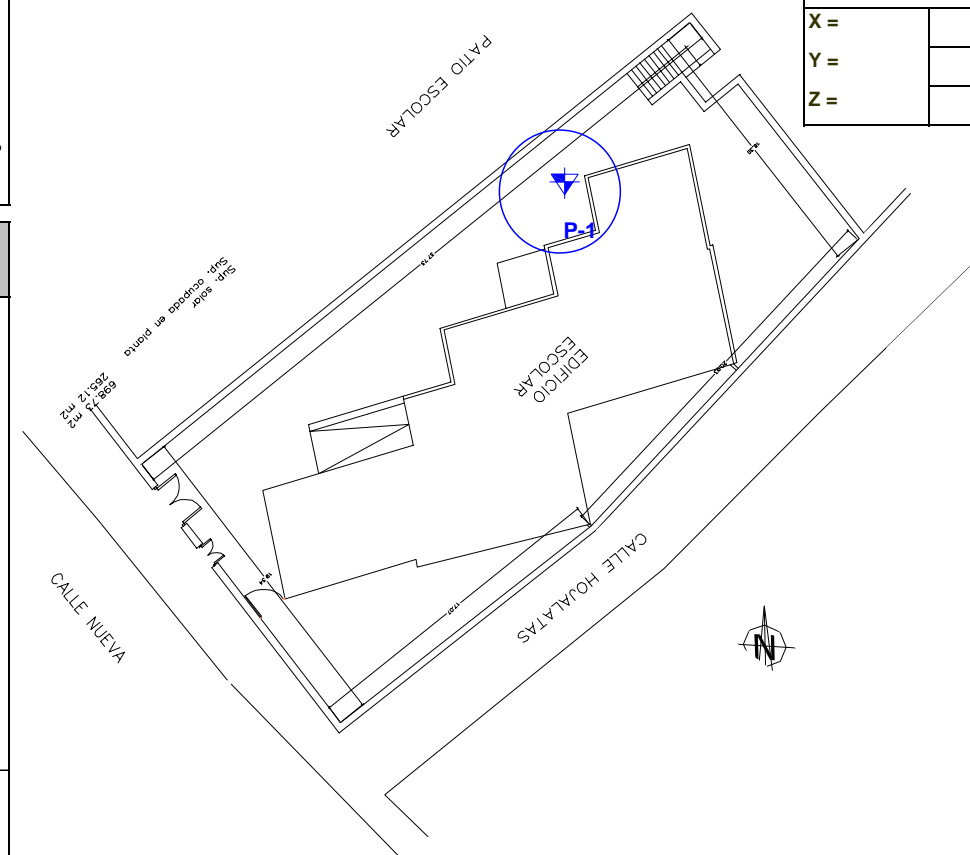
Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910
e-mail: ayuso@mixmail.com

ANEJO-3 PENETRACIONES DINÁMICAS

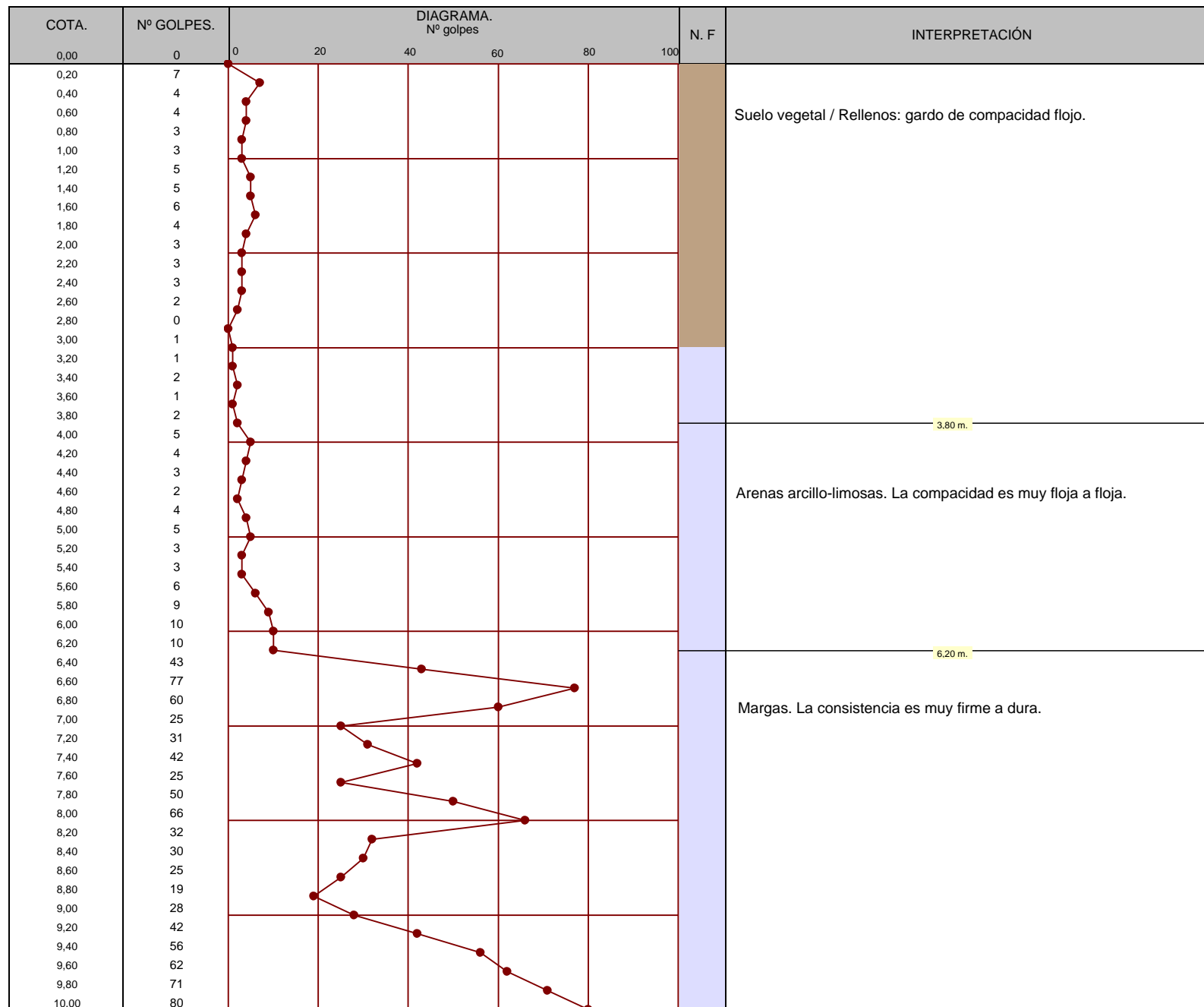
	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
VISADO		
Con Seguro de Responsabilidad Civil		
Fecha 23/01/2008	Folio: 0593	Núm:01080593
Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO, Secretario,		
Nº colegiado	4604	



 <p>Jose A. Ayuso Borreguero, Geólogo, N° de colegiado 4604 Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA) Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910 e-mail: ayuso@mixmail.com</p>	Ensayo de Penetración: P-1	FECHA:	24/10/2007		
		MODELO MAQUINA :	TECOINSA TP 50		
		TIPO DE ENSAYO	DPSH	Firma:	
		PESO DE LA MAZA:	63,5 Kg		
		ALTURA DE CAIDA:	0,75 m.		
TÍTULO PROTECTO: Estudio geotécnico para la construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de La Villa de Cuellar en la C/ Nueva y C/ Hojalatas. Cuellar (Segovia).		TRABAJO REALIZADO PARA: Junta de Castilla y León Delegación Territorial de Segovia Dirección Provincial de Educación	SUPERVISOR: José A. Ayuso Borreguero.		

SITUACIÓN DE LA PARCELA: C/ Nueva y C. Hojalatas. Cuellar (Segovia).	
ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN.	
Coordenadas	
X =	390434
Y =	4584402
Z =	



REPORTAJE FOTOGRÁFICO



 Seco.
 Humedades.

Emplazamiento del ensayo de penetración P-1
 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
VISADO
 Con Seguro de Responsabilidad Civil
 Fecha 23/01/2008 Folio: 0593 Núm:01080593
 Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO Secretario,

 N° colegiado 4604

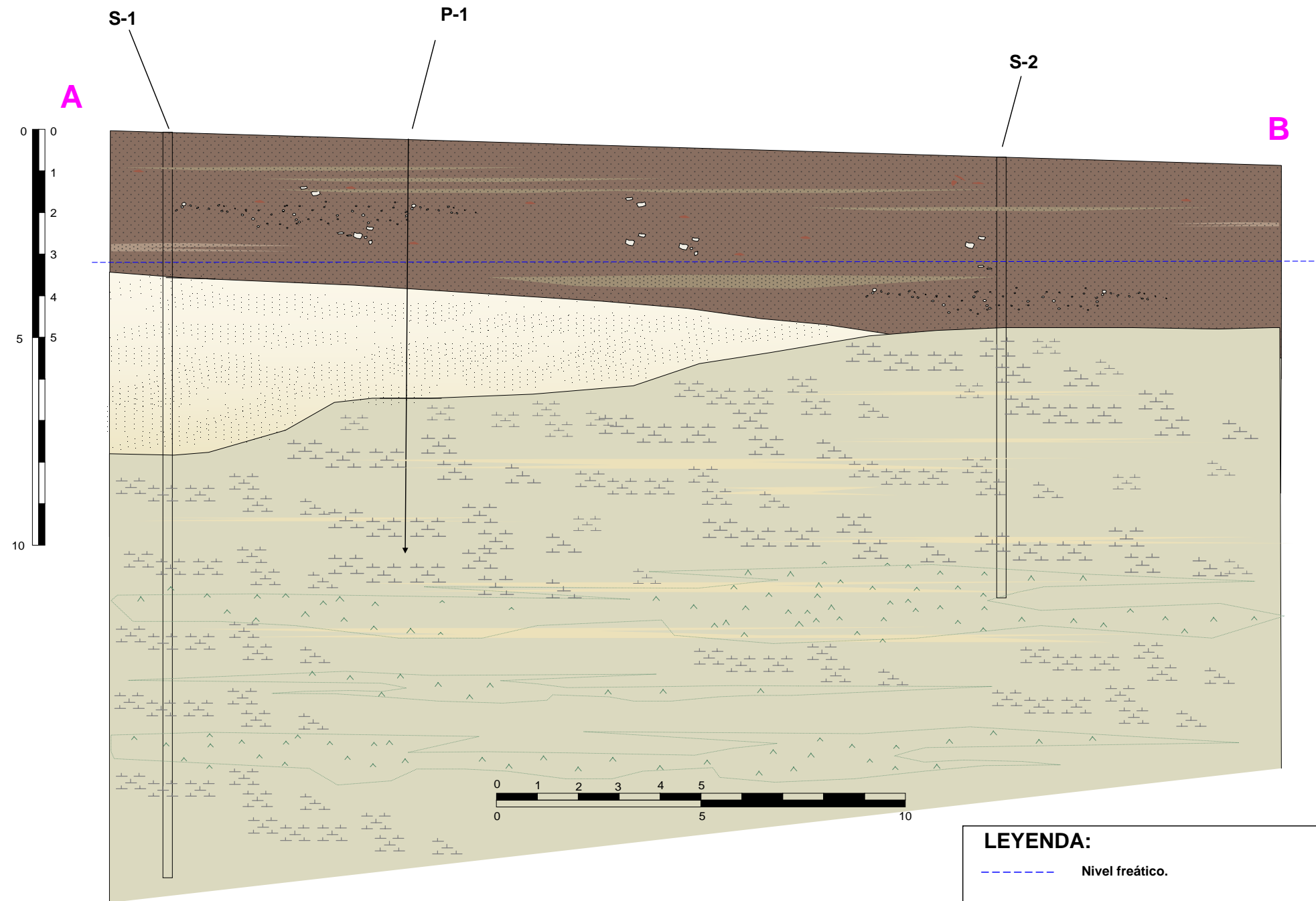


Jose A. Ayuso Borreguero. Geólogo. N° de colegiado. 4604
Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA)

Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910
e-mail: ayuso@mixmail.com

ANEJO-4 PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS		
	VISADO		
Con Seguro de Responsabilidad Civil			
Fecha 23/01/2008	Folio: 0593	Núm:01080593	
Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO, Secretario,			
Nº colegiado	4604		



LEYENDA:

- Nivel freático.
- Rellenos antrópicos: Arenas limosas con algunos a bastantes cantos, con algo de materia orgánica y restos de ladrillería. Tonos grises a pardos.
- Arenas arcillo-limosas de tonos gris a verdoso claro. Muy húmedas. La compactidad es muy floja a floja.
- Margas de tonos gris a verdoso claro, húmedas. La consistencia es muy firme a dura. Son algo a bastante arenosas en su primer metro.

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
 Con Seguro de Responsabilidad Civil
 Fecha: 23/01/2008 Folio: 0593 Núm: 01080593
 Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO El Secretario,

Jose A. Ayuso Borreguero, Geólogo, Nº de colegiado 4604
 Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA)
 Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910
 e-mail: ayuso@mixmail.com

TÍTULO PROTECTO: Estudio geotécnico para la construcción de gimnasio y ampliación de espacios en el C.E.I.P. de La Villa de Cuellar en la C/ Nueva y C/ Hojalatas. Cuellar (Segovia).
TÍTULO PLANO: Perfil geológico geotécnico

AUTOR: Jose Antonio Ayuso Borreguero
 Nº colegiado 4604
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2007
Nº DE HOJA: 1 de 1

Firma:
Tramitado para: Junta de Castilla y León
 Delegación Territorial de Segovia
 Dirección Provincial de Educación



Jose A. Ayuso Borreguero. Geólogo. N° de colegiado. 4604
Las Moras, 17, 2º b 40197 - San Cristobal (SEGOVIA)

Tel./fax: 921406045 - Mov.: 609197992 / 661012910
e-mail: ayuso@mixmail.com

ANEJO-5 ENSAYOS DE LABORATORIO

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
VISADO		
Con Seguro de Responsabilidad Civil		
Fecha 23/01/2008	Folio: 0593	Núm:01080593
Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO, Secretario,		
Nº colegiado	4604	

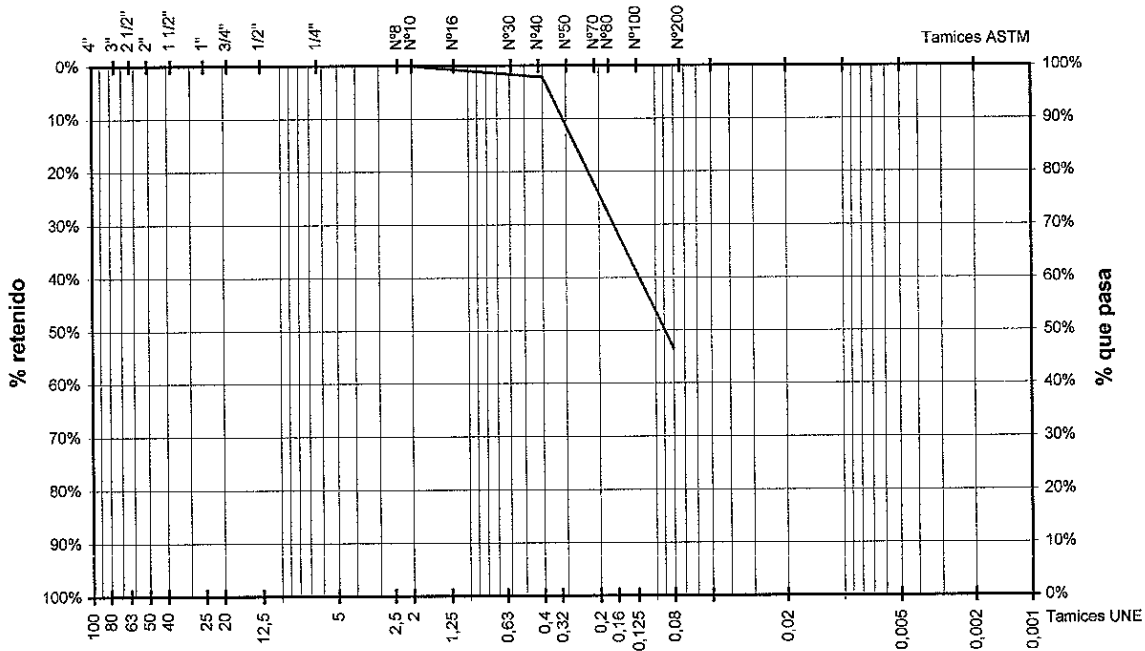
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra:	1477/07	Procedencia:	Sondeo	S-1
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 7,00 m	a 7,60 m
Fecha ensayo:	14/11/07	Tipo:	SPT	
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	23/10/07	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, C_u =	1,42	Coef. curvatura, C_c =	0,90				
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104							
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.						
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.						
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.						
100,00	40 1 1/2"								
100,00	25 1"								
100,00	20 3/4"								
100,00	10 3/8"								
100,00	5 Nº4								
100,00	2 Nº10								
97,81	0,4 Nº40								
46,37	0,08 Nº200								
% de grava:	0,00%					CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0		
% de arena:	53,63%					CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
% de finos:	46,37%	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):							
		Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):							
		Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):							
		Contenido en Carbonatos (UNE 103200):							

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA			FINOS	

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego

Servicios de Control e Inspección, S.A.
 Ctra. Ajalvir-Torrejón, km 1,8
 28864 AJALVIR (MADRID)
 Telf: 91 884 43 93
 Fax: 91 884 43 24

Director técnico del laboratorio
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Fecha 23/01/2008 Folio: 1/03 Núm:01080593

Colegiado JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO Secretario,

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

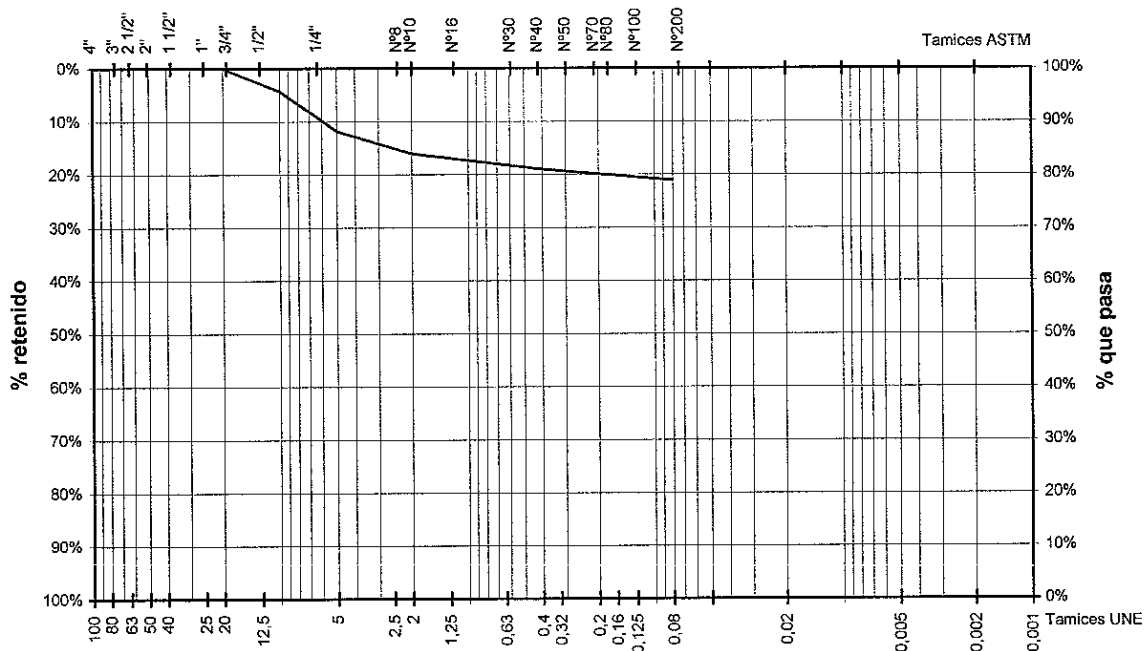
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: 1478/07 **Procedencia:** Sondeo S-1
Tomada por: S.C.I. **Profundidad:** De 10,40 m a 10,70 m
Fecha ensayo: 15/11/07 **Tipo:** Testigo parafinado
Operador: Diego Bolaños **Fecha de Toma:** 23/10/07

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa		Tamices		Coef. uniformidad, $C_u =$ 2,10	Coef. curvatura, $C_c =$ 1,34
%	U.N.E.	A.S.T.M.		LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80	3"		Límite Líquido: 58,5	
100,00	63	2 1/2"		Límite Plástico: 32,9	
100,00	50	2"		Índice de Plasticidad: 25,6	
100,00	40	1 1/2"			
100,00	25	1"		CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O A-7-5 23	
100,00	20	3/4"		CLASIFICACIÓN U.S.C.S MH, Limo de alta plasticidad con grava	
95,72	10	3/8"		Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
88,16	5	Nº4		Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
83,98	2	Nº10		Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
81,00	0,4	Nº40		Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
78,91	0,08	Nº200			
% de grava:	11,84%				
% de arena:	9,25%				
% de finos:	78,91%				

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA			FINOS	

Responsable técnico de área

[Signature]
Fdo.: Luis Ángel García Borrego

SCI
Servicios de Control e Inspección, S.A.
Ctra. Ajalvir-Torrejón, km 1,450
28864 AJALVIR (MADRID)
Telf: 91 884 43 93
Fax: 91 884 43 94

Director técnico del laboratorio
Con Seguro de Responsabilidad Civil

23/01/2008 Folio: 6898 Núm: 01080593
Fdo.: Juan Aparicio Lázaro
Secretario, JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

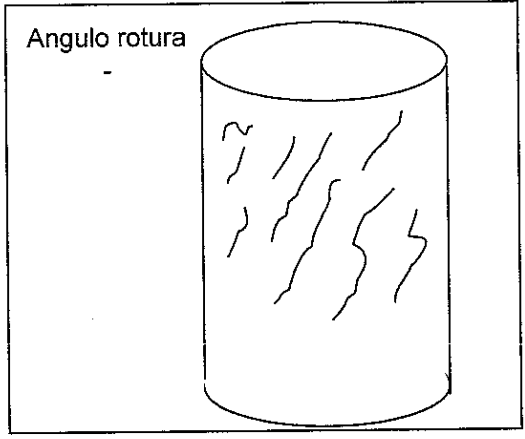
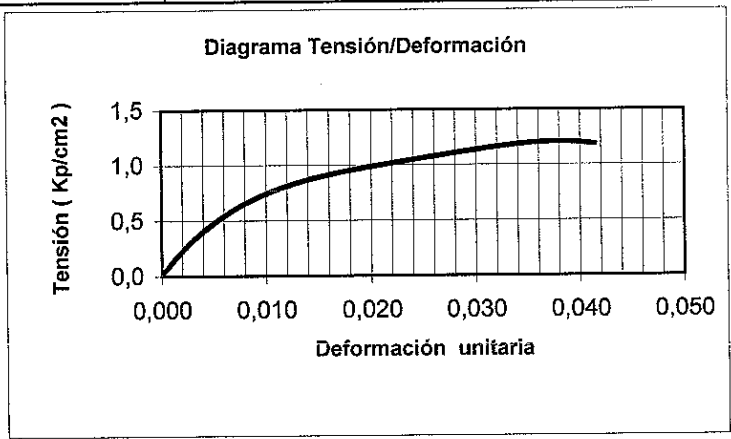
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: 1478/07 **Procedencia:** Sondeo S-1
Tomada por: S.C.I. **Profundidad:** De 10,40 m a 10,70 m
Fecha ensayo: 15/11/07 **Tipo:** Testigo parafinado
Operador: Diego Bolaños **Fecha de Toma:** 23/10/07

ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103400)

DATOS ENSAYO		DATOS MUESTRA	
Velocidad, v (mm/min):	2,40	Tipo de muestra:	Inalterada
Diámetro, d (cm):	7,4	Peso húmedo, p _h (g):	1119,1
Lados, m x n (cm):	-	Peso seco, p _s (g):	812,2
Sección, A (cm ²):	42,99	Densidad húmeda, p _w (g/cm ³):	1,80
Altura, h (cm):	14,47	Densidad seca, p _s (g/cm ³):	1,31
Volumen, V (cm ³):	622,02	Humedad, w (%):	37,8

TIEMPO lecturas (min)	CARGAS lecturas (kp)	CARGA AXIAL (kp)	DEFORMACION lecturas (mm)	DEFORMACION UNITARIA (ε)	1 - ε	SECCION CORR. (cm ²)	TENSION (kp/cm ²)
0,5	29	29	1,2	0,008	0,992	43,35	0,669
1	40	40	2,4	0,017	0,983	43,71	0,915
1,5	47	47	3,6	0,025	0,975	44,08	1,066
2	52	52	4,8	0,033	0,967	44,46	1,170
2,5	53	53	6,0	0,041	0,959	44,85	1,182
3							
3,5							
4							
4,5							
5							
5,5							
6							
6,5							
7							
7,5							
8							
8,5							
9							
9,5							
10							



RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE, q_u:

1,18 Kg/cm²
4,15%

DEFORMACION EN ROTURA, e:

Responsable técnico del área
Fdo: Luis Ángel García Borrego

SERVICIOS DE CONTROL e INSPECCION, S.A.
Ctra. Ajalvir-Torrejón Km 1,8 SE ANTONIO AYUSO BORBEGUERO Secretario,
28864 AJALVIR (MADRID)
Telf: 91 884 43 93
Fax: 91 884 43 24

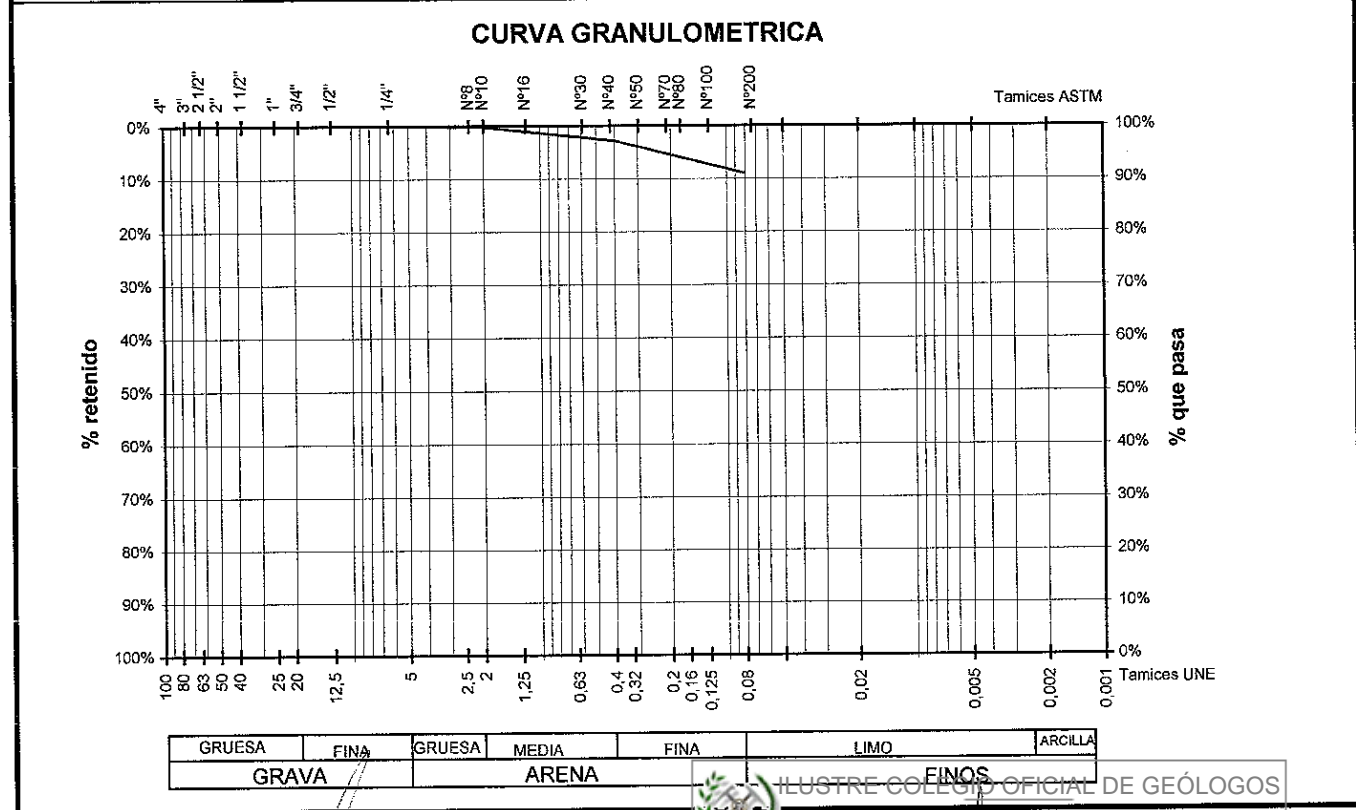
ILUSTRE COLEGIO DE INGENIEROS DE GEÓLOGOS
VISADO
Director técnico del laboratorio
Fdo: Juan Aparicio I. áza

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1479/07	Procedencia:	Sondeo S-1
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 17,70 m a 18,00 m
Fecha ensayo:	15/11/07	Tipo:	Testigo parafinado
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	23/10/07

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u = 1,45$	Coef. curvatura, $C_c = 0,92$
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80 3"	Límite Líquido:	60,3
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	23,7
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	36,6
100,00	40 1 1/2"		CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O: A-7-6 38 CLASIFICACIÓN U.S.C.S: CH, Arcilla de alta plasticidad
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
100,00	10 3/8"	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
100,00	5 Nº4	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
99,79	2 Nº10	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
97,20	0,4 Nº40		
90,99	0,08 Nº200		
% de grava:	0,00%		
% de arena:	9,01%		
% de finos:	90,99%		



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Responsable técnico de área Fdo.: Luis Ángel García Borrego	Director técnico del Laboratorio Con Seguro de Responsabilidad Civil Fecha 23/01/2008 Folio: 0593 Núm: 01080593 Ctra. Ajalvir-Torrejón, km 1,8 Polígono JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO 28864 AJALVIR (MADRID) Telf: 91 884 43 93 Fax: 91 884 43 24 Fdo.: Juan Aparicio Lázaro
--	--

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

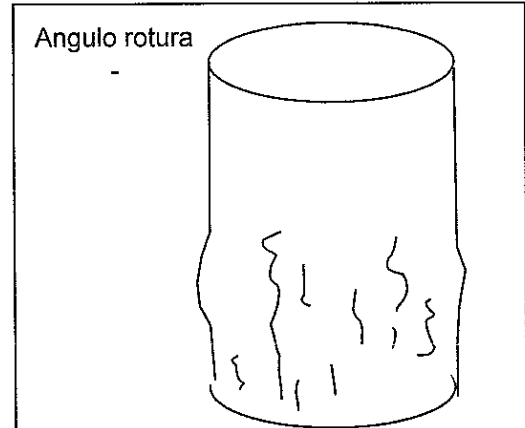
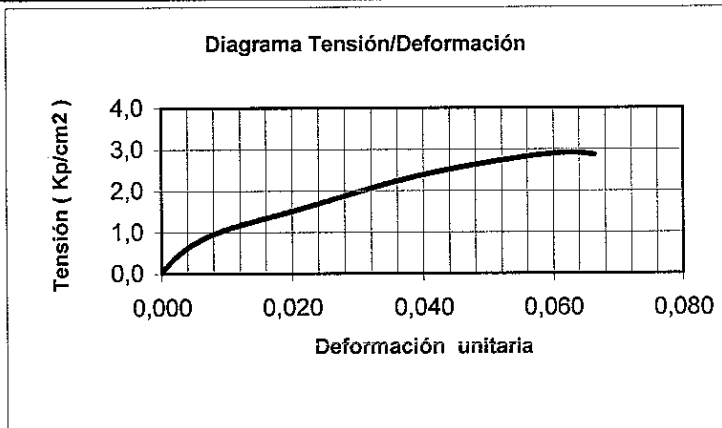
DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: 1479/07 **Procedencia:** Sondeo S-1
Tomada por: S.C.I. **Profundidad:** De 17,70 m a 18,00 m
Fecha ensayo: 15/11/07 **Tipo:** Testigo parafinado
Operador: Diego Bolaños **Fecha de Toma:** 23/10/07

ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103400)

DATOS ENSAYO		DATOS MUESTRA	
Velocidad, v (mm/min):	2,40	Tipo de muestra:	Inalterada
Diámetro, d (cm):	7,38	Peso húmedo, p _h (g):	1180,2
Lados, m x n (cm):	-	Peso seco, p _s (g):	929,7
Sección, A (cm ²):	42,75	Densidad húmeda, p _w (g/cm ³):	1,91
Altura, h (cm):	14,47	Densidad seca, p _s (g/cm ³):	1,50
Volumen, V (cm ³):	618,66	Humedad, w (%):	26,9

TIEMPO lecturas (min)	CARGAS lecturas (kp)	CARGA AXIAL (kp)	DEFORMACION lecturas (mm)	DEFORMACION UNITARIA (ε)	1 - ε	SECCION CORR. (cm ²)	TENSION (kp/cm ²)
0,5	42	42	1,2	0,008	0,992	43,11	0,974
1	59	59	2,4	0,017	0,983	43,48	1,357
1,5	76	76	3,6	0,025	0,975	43,85	1,733
2	93	93	4,8	0,033	0,967	44,22	2,103
2,5	109	109	6,0	0,041	0,959	44,60	2,444
3	120	120	7,2	0,050	0,950	44,99	2,667
3,5	130	130	8,4	0,058	0,942	45,39	2,864
4	131	131	9,6	0,066	0,934	45,79	2,861
4,5							
5							
5,5							
6							
6,5							
7							
7,5							
8							
8,5							
9							
9,5							
10							



RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE, q_u:
DEFORMACION EN ROTURA, e:

2,86 Kg/cm²
5,81%

Responsable técnico del área *[Signature]* Director técnico del laboratorio *[Signature]*
Fdo: Luis Ángel García Borrego Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: 1479/07 **Procedencia:** Sondeo S-1
Tomada por: S.C.I. **Profundidad:** De 17,7 m a 18,0 m
Fecha ensayo: 15/11/07 **Tipo:** Testigo parafinado
Operador: Diego Bolaños **Fecha de Toma:** 23/10/07

ENSAYO PARA CALCULAR LA PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO EN EDÓMETRO (UNE 103602)

Probeta: Remoldeada

		Antes Inm.	Después	
Altura:	20,00 mm	Tara + Suelo + Agua	704,12 g	728,07 g
Diámetro:	70,00 mm	Tara + Suelo	668,32 g	691,99 g
Sección:	3848,45 mm ²	Tara	548,04 g	582,73 g
Volumen:	76,97 cm ³			
Anillo:	1149,20 g			
Anillo+Muestra:	1293,30 g			

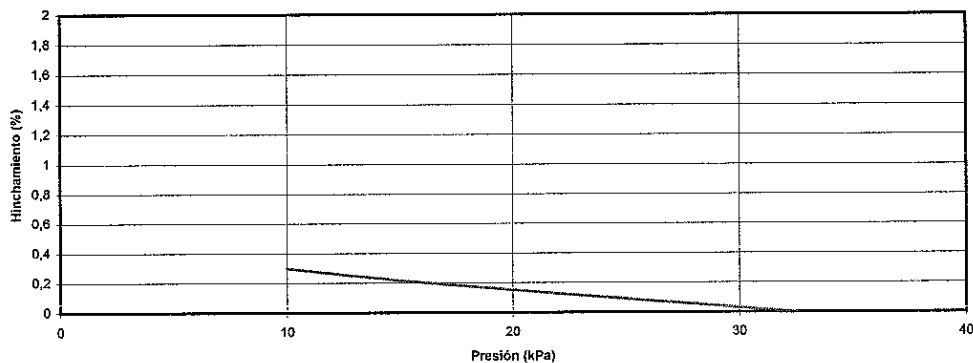
Humedad inicial: 29,76 %
Humedad final: 33,02 %
Densidad seca inicial: 1,44 g/cm³

Presión de ajuste: 3,0 kPa

Deformación ajuste: 4,52 mm

P_h = 33 kPa

Descarga por escalones



Responsable técnico del área

[Signature]

Fdo: Luis Ángel García Borrego

SCI
Servicios de Control
e Inspección, S.A. (56)
Ctra. Ajalvir-Torrejón, km 1,8
28864 AJALVIR (MADRID)
Tel: 91 884 43 93

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Director técnico del laboratorio

AYUSO

Con Seguro de Responsabilidad Civil

23/01/2008 Folio: 1585 Núm: 01080593

Fdo: JOSE ANTONIO AYUSO BORREGUERO

Fdo: Juan Aparicio Lazaro

Secretario,

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

DATOS DE LA MUESTRA			
FECHA TOMA:	23/10/2007	Punto de recogida:	S-1
FECHA ENSAYO:	24/10/2007	Nivel freático:	3,2
MUESTRA:	1480/07	Profundidad muestreo:	3,2
OPERADOR:	ROSA VEGA TORRES	Tipo de agua:	Agua Subterránea
DESCRIPCIÓN CONDICIONES LOCALES:			

AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL AGUA (ART. 8.2 EHE)

Parámetro Comprobado	Resultado	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		DÉBIL (Qa)	MEDIO (Qb)	FUERTE (Qc)
VALOR DEL pH*	7,7	6.5-5.5	5.5-4.5	<4.5
MAGNESIO (Mg ²⁺) (mg/l)	56	300-1000	1.000-3000	>3000
AMONIO (NH ₄ ⁺) (mg/l)	0	15-30	30-60	> 60
SULFATO (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	788	200-600	600-3000	> 3000
CO ₂ (mg/l)*	9,68	15-40	40-100	> 100
RESIDUO SECO (mg/l)	1378	75-150	50-75	< 50

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO:
El agua es de agresividad media para el hormigón

Observaciones: * Ensayos realizados según Norma antes de las 24 h. desde la toma de la muestra

Responsable técnico de área	 Servicios de Control e Inspección, S.L. Ctra. Ajalvir-Torrejón, km. 28864 AJALVIR (MAD) Telf: 91 884 43 93 Fax: 91 291 43 24	Director técnico del laboratorio
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego	 Fdo.: Juan Aparicio Lázaro	

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/05)

Nº colegiado 4604