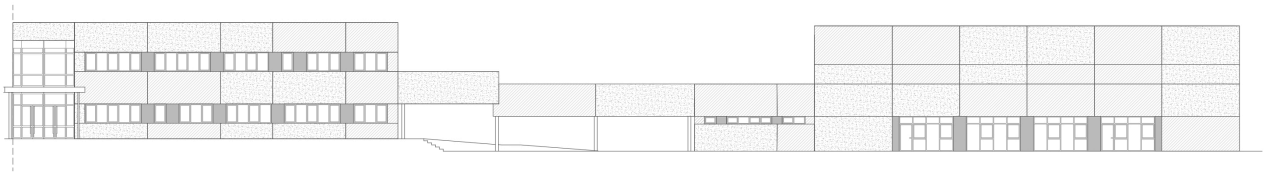
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE

4 AULAS DE ESO, AULAS ESPECÍFICAS Y GIMNASIO EN EL IES LOECHES



Dirección General
de Infraestructuras y Servicios
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
E INVESTIGACIÓN

Comunidad de Madrid

SITUACIÓN

CALLE TOMILLO C/V AVDA. DEL MONTE
28890 LOECHES (MADRID)

PROPIEDAD

D.G. INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
c/ Santa Hortensia, 30. 28002. Madrid

ARQUITECTOS

ALDARA ZULETA DEL RIVERO
JAIME MARTÍNEZ DE UBAGO DE LIÑÁN

TOMO III

AM10. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y TOPOGRÁFICO

Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA AMPLIACIÓN INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA EN LOECHES (MADRID)



FECHA:	AGOSTO 2.019
REFERENCIA:	EG-201901/9892
TITULAR:	CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID
EMPLAZAMIENTO:	AVENIDA DEL MONTE Y CALLE TOMILLO. LOECHES (MADRID)
PETICIONARIO:	CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Laboratorio acreditado en el Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002
Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

GMD es marca registrada de Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.
Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid - Tomo 15.359, Libro 0, Folio 107. Sección 8. Hoja M-257619. Inscripción 2ª

Geotecnia y Medioambiente 2000, S.L. Calle Adelfa nº11, Pol.Ind."Los Calahorros IV". 28970 Humanes de Madrid (Madrid)

Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

ÍNDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA 1

2. MARCO GEOLÓGICO Y SISMICIDAD 2

3. INVESTIGACIÓN REALIZADA 4

4. DESCRIPCIÓN GEOLOGICO-GEOTÉCNICA DEL TERRENO 8

4.1. RESISTENCIA DEL TERRENO 8
4.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS 9
4.3. NATURALEZA Y DISPOSICIÓN DEL SUBSUELO 12

5. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS 15

5.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL FREÁTICO 15
5.2. EXCAVACIÓN 15
5.3. CIMENTACIÓN 16
5.4. SOLERAS Y EXPLANACIÓN DE PISTAS DEPORTIVAS 19
5.5. OTRAS CONSIDERACIONES 20

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES 23

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO Nº1.- MAPA GEOLÓGICO REGIONAL Y CROQUIS DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

ANEJO Nº2.- GRÁFICO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

ANEJO Nº3.- CORTES ESTRATIGRAFICOS Y PERFILES LITOLÓGICO

ANEJO Nº4.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO Nº5.- FOTOGRAFÍAS DE TRABAJOS DE CAMPO

BIBLIOGRAFÍA

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

En el presente documento se describen los resultados obtenidos en el reconocimiento geotécnico realizado por **GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2.000, S.L.** en la parcela delimitada por la Avenida del Monte y la calle Tomillo del municipio de Loeches en la Comunidad de Madrid.

Se proyecta la ampliación del Instituto de Enseñanza Secundaria en construcción, con un nuevo edificio de aulas y un polideportivo.

Este estudio geotécnico, solicitado por **CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID**, tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarias para definir el tipo y condiciones de cimentación de la construcción que se proyecta.

A efectos del reconocimiento del terreno, se trata de un tipo de construcción C-1 y el terreno se podría clasificar dentro del Grupo T-2; ocasionada por la tipología de cimentación; según las Tablas 3.1 y 3.2 del Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB SE-C) del Código Técnico de la Edificación de 2006.

Así pues, el objetivo principal de este informe va encaminado a analizar el tipo de cimentación más adecuado e indicar las recomendaciones oportunas para su proyecto y construcción, todo ello en función de las características del terreno existente, que han sido definidas tras la realización de las diferentes fases que se describen a continuación:

- Reconocimiento de campo para investigar las características generales de los terrenos considerados y planificar la campaña de reconocimientos específicos a realizar.
- Ejecución de un sondeo mecánico a rotación, con extracción de testigo continuo, toma de muestras, y realización de ensayos de penetración dinámica estándar S.P.T. (Standard Penetration Test) a lo largo de toda la columna
- Ejecución de un ensayo de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta obtener rechazo.
- Realización de diferentes ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas para cuantificar los parámetros geotécnicos del subsuelo.
- Análisis de los datos obtenidos y elaboración del presente documento.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

2. MARCO GEOLÓGICO Y SISMICIDAD

A continuación se exponen, de forma sintética, las características geológicas principales del sustrato sobre el que se desarrollará el proyecto, con la intención de dotar del marco geológico imprescindible a la caracterización geotécnica de los materiales, y en general a todos los cálculos y consideraciones que, relativos al comportamiento de las unidades litológicas, se hacen en los epígrafes siguientes.

Los datos necesarios para describir los aspectos geológicos generales y ubicar la zona de estudio dentro de su contexto geológico se han tomado, como es lógico, aportada por el Mapa Geológico de España (MAGNA) E:1/50.000, hoja 560 – Alcalá de Henares, expuesto en la documentación complementaria.

El proyecto se sitúa enteramente en la unidad geológica comúnmente denominada Cuenca terciaria del Tajo. Esta Cuenca presenta una planta groseramente triangular; siendo sus límites geológicos los materiales de la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico, que conforman el Sistema Central en el borde noreste y los Montes de Toledo en el borde sur, y los materiales de la orla mesozoica del Macizo Hespérico que conforman la Cordillera Ibérica en el borde este de la Cuenca.

Dentro de ésta, queda localizado dentro del sector centro - oriental de la denominada Cuenca de Madrid. En este sector aparecen las unidades litoestratigráficas que constituyen el relleno sedimentario durante el Mioceno.

En concreto dicho emplazamiento geológico corresponde con depósitos detríticos, conformados por arenas micáceas, margas arcillosas, arcillas verdes con intercalaciones de yesos laminares en cantidades variables, depositados durante la sedimentación miocena.

Habitualmente la estratigrafía de la comunidad de Madrid suele ser considerada geotécnicamente como prácticamente horizontal, aunque en la realidad, esta afirmación no es cierta al existir numerosos cambios de facies entre los distintos conjuntos sedimentarios que configuran el relleno de las llamadas Facies Madrid.

De acuerdo con esta situación, los materiales miocenos presentes en la investigación se encuadran dentro de niveles de arenas de micáceas y lutitas verdosas que se integran dentro de las Facies Peñuelas dentro de la denominación clásica para los suelos de Madrid. Dentro de estos niveles lutíticos se pueden desarrollar

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

niveles calcáreos endurecidos denominados cayuelas, así con la intercalación de niveles de yesos y sepiolitas. Bajo estas unidades se desarrolla la alternancia de materiales margo yesíferos.

Desde el punto de vista sísmico y según la normativa sismorresistente actual (NCSE-02 publicada en BOE del 11 de octubre de 2002), el municipio de Loeches se encuentra situado en una zona de mínimo riesgo donde las prescripciones de índole general son:

- Clasificación de las construcciones: de normal importancia
- Aceleración sísmica básica: <0,04 g
- Aceleración sísmica de cálculo: <0,06 g

Atendiendo a estas premisas, al área de estudio se considera como de baja peligrosidad y para el tipo de edificación prevista, dicha Norma no es de obligatoria aplicación, según se especifica en el apartado "1.2.3. Criterios de aplicación de esta Norma", página 35902 del citado BOE.



En consecuencia no son necesarias comprobaciones en este sentido; no siendo preciso aplicar este factor en el cálculo estructural.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

3. INVESTIGACIÓN REALIZADA

Para el estudio y definición de las características geotécnicas del terreno existente en la zona objeto de estudio se ha realizado una campaña de reconocimientos específicos.

Esta campaña geotécnica ha consistido, en la ejecución de un sondeo mecánico a rotación con realización de ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) y extracción de muestras para su posterior ensayo en laboratorio, y en la realización de un ensayo de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta alcanzar rechazo.

La disposición de los puntos de investigación ha sido repartida sobre el eje longitudinal de la huella de la ampliación; atendiendo a las posibilidades de emplazamiento de los equipos, tal como se refleja en el plano de situación de la investigación.

El área de investigación, de acuerdo con la planta taquimétrica aportada por la Dirección del Proyecto presenta una orografía algo irregular, con una diferencia entre puntos de investigación que puede alcanzar el 1,00 m de diferencia de cota.

De acuerdo con la documentación facilitada, la cota 0,00 m de proyecto corresponde a la cota taquimétrica 659,17 m.

La descripción y los resultados obtenidos en laboratorio de cada uno de los diferentes tipos de reconocimientos se analizan en los siguientes apartados y se incluyen en los Anejos adicionales del presente documento.

Reconocimientos y ensayos "in situ":



Como se ha indicado anteriormente, se ha realizado un sondeo con una profundidad de 10,00 m, cuya localización queda reflejada en el plano de situación incluido en la documentación Adicional.

Un sondeo es una perforación de pequeño diámetro que permite reconocer la naturaleza y localización de

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

las diferentes capas del terreno así como extraer muestras del mismo y, eventualmente realizar ensayos *in situ.*

La ejecución del sondeo se llevó a cabo mediante perforación a rotación con corona de widia y extracción de testigo continuo al avance.

Durante el proceso de perforación, a diferentes cotas, se efectuaron ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) y se tomaron muestras alteradas para su posterior ensayo en laboratorio.

Los ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.), a diferencia de los ensayos de penetración dinámica continua (tipo Borro o DPSH), se llevan a cabo de forma puntual dentro del sondeo, obteniéndose además una muestra de suelo mediante la cuchara toma-muestras que se hinca en el terreno.

El proceso de ejecución de este ensayo se ajusta a las indicaciones de la norma UNE 7.308 y su resultado se refleja como el número de penetración estándar (N_{30}), que es la suma del número de golpes de las tandas segunda y tercera, de las 3 o 4 que constituyen el ensayo y que corresponden a una hinca de 15 cm cada una.

En el siguiente cuadro se presenta, de forma esquemática, la columna estratigráfica obtenida en el sondeo, la profundidad alcanzada y los resultados de los ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) realizados:

SONDEO S1							
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		N_{30}	Cota boca aprox. (m)
0,0 a 1,8	**Nivel 0.- Relleno antrópico** Arcilla Blanda	10,00					658,50
1,8 a 8,3	**Nivel 1.- Arcilla**		SPT	3,00	3,60	**18**	
	Arcilla y limo plástico con laminaciones yesíferas e intercalaciones sepiolíticas		T	3,60	3,90		
	Muy firme		SPT	6,00	6,60	**43**	
8,3 a 10,0	**Nivel 2.- Marga yesífera**						
	Alternancia limo margoso y yeso laminar y nodular		T	9,10	9,40		
	Muy firme a dura		SPT	9,40	10,00	**47**	

La descripción detallada de la columna estratigráfica obtenida en cada sondeo se ha incluido en los Anejos adicionales.

Finalmente señalar que en las observaciones posteriores a la finalización de la investigación, no se ha observado la presencia de niveles freáticos.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Por otro lado, se realizó un ensayo de penetración dinámica continua, utilizando un penetrómetro tipo DPSH de las siguientes características:

- Peso de la maza: 63,5 kg
- Altura de caída: 75 cm
- Peso de varilla: 6,3 kg/ml
- Tipo de puntaza: cónica 20 cm^2 de sección

Este ensayo consiste básicamente en la hinca de una varilla en el terreno, utilizando la energía de caída de la maza y contabilizando el número de golpes necesarios para cada 20 cm de penetración (N_{20}). El ensayo finaliza cuando se superan los 100 golpes para una penetración de 20 cm (N_{20} > 100), lo que se considera como rechazo.

La representación en un gráfico, del número de golpes de cada tanda en función de la profundidad, proporciona una caracterización cualitativa de las variaciones resistentes del terreno con la profundidad, que puede cuantificarse mediante determinadas correlaciones cuya fiabilidad depende de la naturaleza del terreno.

La situación de los puntos donde se realizaron los ensayos de penetración y los gráficos de penetración obtenidos se incluyen en los Anejos adicionales del presente informe.

La cota y la profundidad alcanzada en el ensayo se reflejan en la siguiente tabla.

ENSAYOS DE PENETRACIÓN	Profundidad rechazo (m)	Cota boca aprox. (m)
P1	5,40	658,20

Ensayos de laboratorio:

Sobre las muestras tomadas se efectuó los ensayos más oportunos en función de sus características y de su cota de obtención.

Estos ensayos tienen como fin las identificaciones granulométricas e índices de plasticidad, así como la determinación de sus características químicas y condiciones de presión de hinchamiento.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Los ensayos se llevaron a cabo de acuerdo con las correspondientes normas UNE y NLT, habiéndose efectuado las siguientes determinaciones:

3 Uds. de análisis granulométrico por tamizado, s/UNE-103-101
3 Uds. de determinación de los límites de Atterberg, s/UNE-103-103 y 103-104
3 Uds. de determinación de la humedad natural, s/UNE-103-300
2 Uds. de determinación del contenido en sulfatos, s/UNE 83963 : 2008
3 Uds. de Clasificación U.S.C.S.
1 Uds. de presión de hinchamiento en edómetro, s/UNE 103-602

Los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados se recogen en las correspondientes fichas de laboratorio incluidas en los Anejos adicionales.

En el siguiente cuadro se refleja un resumen de los valores obtenidos en los ensayos realizados sobre las analizadas:

MUESTRA	Tipo muestra	PROFUNDIDAD (m)		U.S.C.S	Pasa # 0,08	Pasa # 2,0	LL %	IP %	W %	γ g/cm³	P. Hinto kPa	SO_4 mg/kg
S1; M1	T	3,60	3,90	CL	83,56	92,43	36,49	17,81	23,45	1,81	50	1.598
S1; M2	SPT	6,00	6,60	CH	99,65	99,88	65,46	34,79	29,72	- - -	- - -	- - -
S1; M3	T	9,10	9,40	CH	52,68	68,20	52,95	24,71	27,51	- - -	- - -	3.467

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

4. DESCRIPCIÓN GEOLOGICO-GEOTÉCNICA DEL TERRENO

Del análisis de las características del terreno existente, definidas en base a la investigación de campo junto con los reconocimientos específicos realizados en el área objeto de estudio, la composición y estructura básica del sustrato de los terrenos afectados por la construcción, podemos indicar que se trata de un sustrato mioceno de carácter arcilloso y yesífero.

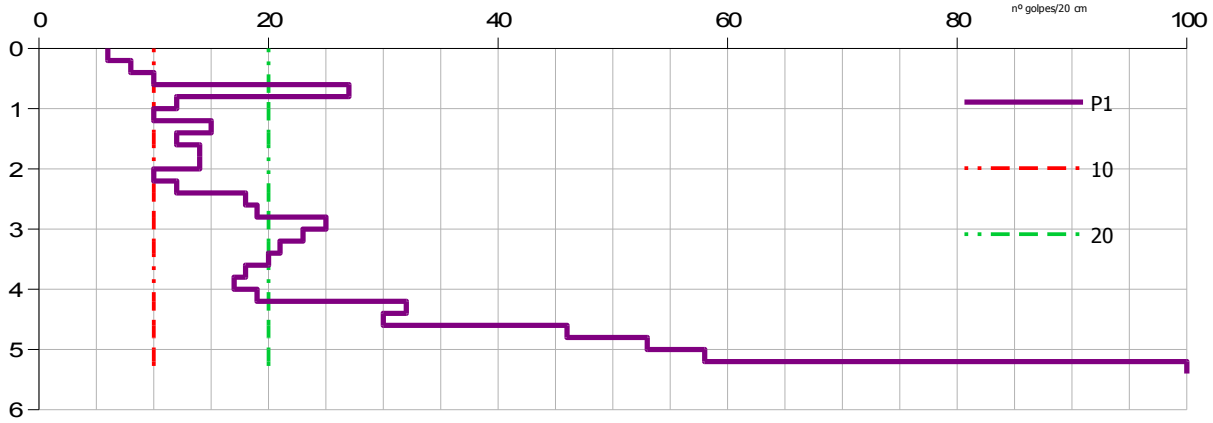
Así, según los reconocimientos realizados, en la zona de estudio pueden diferenciarse los siguientes niveles:

- Nivel 0.- Relleno antrópico. Mezcla de distintos materiales procedentes de los trabajos de urbanización, construcción y la degradación del sustrato mioceno.
- Nivel 1.- Arcilla. Sustrato mioceno formado por de niveles arcilla y limo plástico.
- Nivel 2.- Marga yesífera. Sustrato mioceno de carácter cohesivo, plástico y yesífero.

4.1. RESISTENCIA DEL TERRENO

Teniendo en cuenta la tipología de la investigación el sustrato se puede delimitar en distintos subniveles. La definición de estos tramos puede observarse gráficamente en la figura siguiente donde se expone la grafía del ensayo de penetración.

En dicha representación gráfica, describe un trazo escalono, con un tramo inicial de baja resistencia, en la que aumenta el valor de la resistencia hasta alcanzar el rechazo de manera neta.



De acuerdo con dicho gráfico se pueden definir los siguientes subtramos en base a la resistencia mecánica:

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

- 0,00 a 2,40 m: Suelo de resistencia baja, con un golpeo medio inferior a 15 golpes/20 cm. Este tramo se correlaciona con el Nivel 0.
- 2,40 m a final investigación: Suelo de resistencia media a alta, con golpeo creciente que parte de un valor de 20 - 25 golpes/20 cm hasta alcanzar el rechazo de forma neta. Este último tramo puede identificarse con los niveles competentes del Nivel 1.

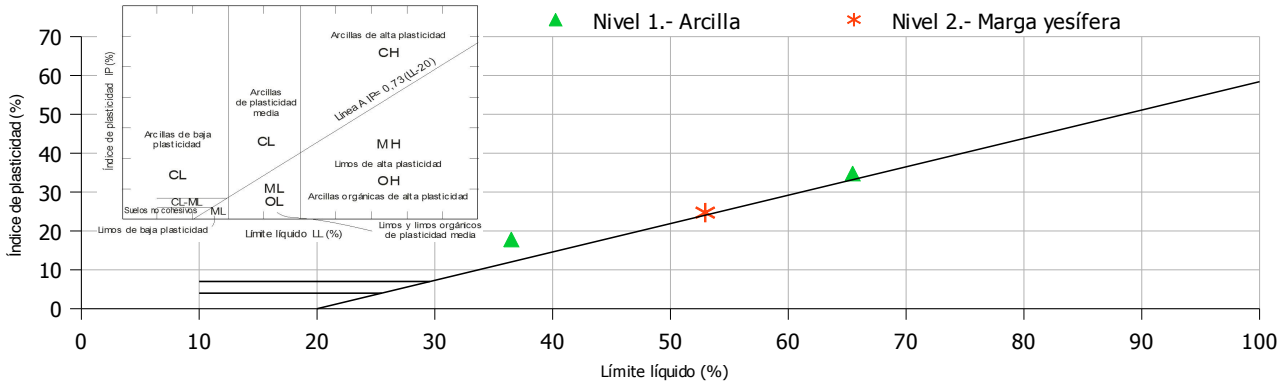
4.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

En este apartado se describen las principales características geotécnicas del terreno existente en la zona objeto de estudio:

Granulometría, plasticidad y humedad natural:

Las curvas granulométricas de las muestras analizadas presentan los porcentajes de finos y tamaño arena, así como la plasticidad de las fracciones finas y la humedad natural de los suelos ensayados, que se reflejan en el siguiente listado:

NIVEL	MUESTRA	Tipo muestra	PROFUNDIDAD (m)		U.S.C.S	Pasa # 0,08	Pasa # 2,0	LL %	IP %	W %
1	S1; M1	T	3,60	3,90	CL	83,56	92,43	36,49	17,81	23,45
1	S1; M2	SPT	6,00	6,60	CH	99,65	99,88	65,46	34,79	29,72
2	S1; M3	T	9,10	9,40	CH	52,68	68,20	52,95	24,71	27,51



La representación de los resultados obtenidos en el gráfico de plasticidad de Casagrande junto con los cernidos granulométricos permite clasificar a los suelos del Nivel 1 mayoritariamente como arcilla de plasticidad alta (CH) y arcilla de plasticidad media (CL).

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

En el caso del Nivel 2, se identifica mayoritariamente como arcilla de plasticidad alta (CH)

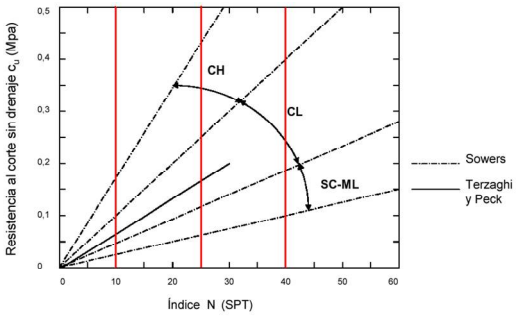
***Características mecánicas*:**

En el sondeo realizado se ejecutaron ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) donde se han obtenido los siguientes valores de golpeo (N_{30}):

SONDEO S1			
Litología	Profundidad muestra (m)		N_{30}
Nivel 1.- Arcilla	3,00	3,60	**18**
	6,00	6,60	**43**
Nivel 2.- Marga yesífera	9,40	10,00	**47**

Como se aprecia a lo largo de los distintos ensayos, existe una variabilidad relativa entre los resultados en los ensayos SPT, oscilando entre términos de 18 a 47 golpes/30 cm, con algunos valores de rechazo.

Relación N_{30} SPT – Cu para distintos autores



La ponderación de la resistencia al corte sin drenaje (Cu), y en consecuencia la resistencia a compresión simple (qu) a lo largo del perfil geotécnico se puede evaluar ha evaluado considerando la correlación de la figura precedente.

Partiendo de los resultados de penetración, ponderado con los ensayos de compresión simple, se puede considerar un valor de resistencia al corte sin drenaje de al menos 125 kPa (1,25 kp/cm^2), en los suelos miocenos a cota de cimentación.

Expansividad:

Las características expansivas de los suelos se pueden correlación de acuerdo con los parámetros de identificación de granulometría y plasticidad, tal como se expresa en la siguiente tabla.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

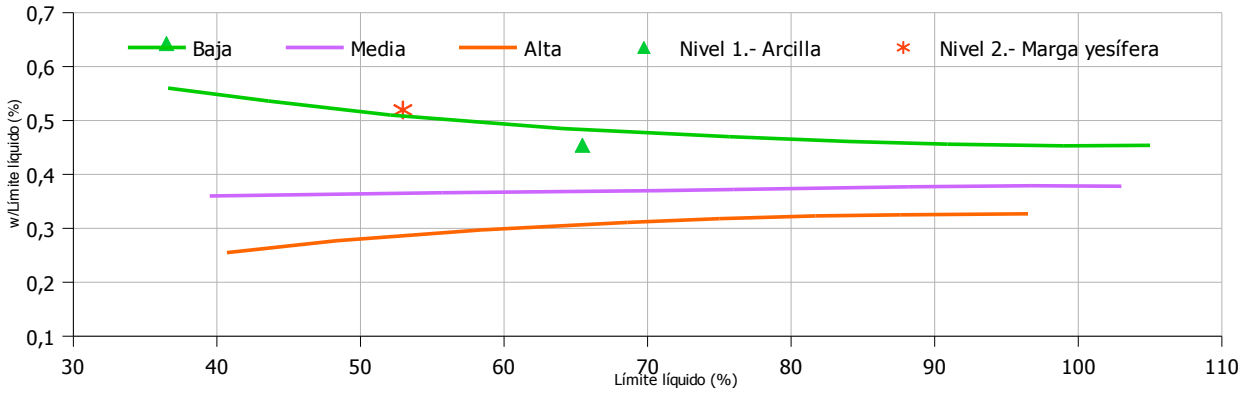
Expansividad potencial	IP (%)	LL (%)	<0,08 mm (%)	Presión hinchamiento (kPa)	% de hinchamiento
Baja	< 18	< 30	< 30	< 30	< 1
Media	15-25	30-60	30-60	30 - 120	1 - 5
Alta	25-35	40-60	60-95	120 - 300	3 - 10
Muy alta	> 35	> 60	> 95	> 300	> 10

Elaboración propia

Realizando dicha comprobación mediante ensayos de presión de hinchamiento en edómetro, se han obtenido presiones de 50 kPa (0,50 kp/cm^2) sobre el Nivel 1.- Arcilla.

Dichos resultados, definen un potencial expansivo medio.

Si atendemos a la relación humedad/límite líquido, según el criterio Vijayvergiya y Ghazzaly (1973) frente al límite líquido, en aquellas muestras tomadas a una profundidad superior a 3,50 m, y que representa el límite inferior de la capa activa, se determina un potencial medio a bajo tal como queda reflejado en el siguiente gráfico.



Analizando este conjunto de resultados, definen un potencial expansivo medio a bajo, lo que pude ocasionar presiones de hinchamiento de 30 a 120 kPa (0,30 a 1,20 kp/cm^2) con cambios de volumen que en el intervalo del 1 al 5%.

De todo lo expuesto; y ya que el plano de cimentación se desarrolla sobre el Nivel 1; se deriva un riesgo potencial de expansividad, por lo que deben de adoptarse las medidas oportunas para limitar este efecto, es decir, se evitará la modificación de las condiciones de humedad actuales durante la ejecución de la obra, cuidando que no se produzcan cambios que puedan alterar esta situación.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Considerando esta situación, del lado de la seguridad la tensión admisible de servicio, debe generar una presión de cimentación sobre el plano de apoyo superior a 200 kPa (2,00 kp/cm^2) para contrarrestar la presión de hinchamiento en caso de desarrollarse por la actividad de los suelos, considerando la ponderación de los resultados obtenidos en los ensayos de presión de hinchamiento, y condicionando que el plano de cimentación deba situarse a una profundidad relativa a la superficie topográfica en el momento de la investigación superiora 3,50 m.

***Actividad química*:**

Sobre muestras de suelo extraídas, se ha obtenido valores de 1.598 y 3.467 mg/kg, parámetros que sobrepasan mayoritariamente, el límite inferior de exposición "Qb", de 3.000 mg/kg, por tanto, con respecto a la Instrucción EHE-08 los suelos analizados presentan agresividad media.

Con estos resultados, en principio, será necesaria la utilización de cementos especiales resistentes a la acción de los sulfatos en la formación de los hormigones en contacto con el terreno.

Por otro lado, si durante la fase de construcción se detectara presencia de agua en el terreno, se nos deberá avisar para tomar una muestra de la misma y llevar a cabo su análisis en laboratorio.

4.3. NATURALEZA Y DISPOSICIÓN DEL SUBSUELO

Del análisis de las características del terreno existente, definidas en base a la investigación de campo junto con los reconocimientos específicos realizados en el área objeto de estudio, la composición y estructura básica de los terrenos afectados por la construcción, podemos indicar que se trata de un sustrato de mioceno cohesivo arcilloso y margo-yesífero.

Así, según los reconocimientos realizados, en la zona de estudio pueden diferenciarse los siguientes niveles:

Nivel 0.- Relleno antrópico: Suelos de alteración generados por los trabajos de urbanización y construcción así como la mezcla con el sustrato degradado o alterado.

Está formado por arcilla de tonalidades grisáceas y pardas de consistencia blanda. Dicha parte final puede estar asociada al sustrato mioceno alterado.

A lo largo de la gráfica del ensayo de penetración, se observa valores N_{20} inferiores a 15 golpes/20 cm.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Presentan una potencia que puede alcanzar los 2,40 m desde la cota de inicio de los reconocimientos. Se desarrolla hasta las cotas 656,7 a 655,8 m.

Nivel 1.- Arcilla: Se identifica como el sustrato mioceno de características cohesivas y plásticas enmarcado dentro de las facies Peñuela, y que presenta cierto grado de alteración. Representado por arcilla y limo plástico de tonalidades marrones verdosas, con láminas yesíferas e intercalaciones yesíferas, con cierto grado de dispersión en su proporción, pero que aumenta su volumen a medida que se progresa en profundidad.

Presenta registros N_{30} de 18 a 43 golpes/30 cm; y valores N_{20} medios de 20 golpes/20 cm. Considerando el conjunto un suelo de consistencia muy firme, que se desarrolla por debajo de las cotas 656,7 a 655,8 m, alcanzado la cota 650,2 m.

A efectos de cálculo, por debajo de la cota 655,5 m; se puede considerar una resistencia al corte sin drenaje de 125 kPa (1,25 kp/cm^2) y un registro N_{30} del orden de 20-25 golpes/30 cm.

Los parámetros de corte en condiciones de drenaje se pueden considera del orden de 10 kPa (0,10 kp/cm^2) de cohesión efectiva, frente a un ángulo de rozamiento interno de 28º y una densidad aparente de 1,90 t/m^3

Nivel 2.- Marga yesífera: Sustrato mioceno formado por la superposición de niveles alternantes de orden centimétrico a decimétrico de limo margoso de tonos grisáceos con láminas, capas y nódulos yesíferos.

El contenido de yeso varía tanto en profundidad como lateralmente. Este factor que presenta un complejo desarrollo microestratigráfico, existiendo engrosamientos imprevisibles de los niveles de yeso, removilización de los mismos, contaminaciones de los estratos arcillosos, fenómenos de disolución, alteraciones estructurales, etc.

Estos aspectos dan lugar a que existan tramos dentro de esta formación con un bajo porcentaje de yeso donde estos materiales pueden considerarse como un suelo cohesivo de consistencia dura (normalmente función de la proporción de yesos), y otros tramos (con distribución geométrica y espacial muy irregular) donde la proporción yesos es muy abundante llegando a comportarse prácticamente como una roca blanda.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Presenta registros N_{30} de 47 golpes/30 cm. Considerando el conjunto un suelo de consistencia dura, que se desarrolla por debajo de la cota 650,2 m.

Hay que remarcar, que el contacto entre los niveles 1 y 2, no representa un cambio neto, si no que define un cambio progresivo donde aumenta la tenacidad con resistencia del material, ocasionado por un mayor contenido en fracción margosa o yesífera.

A efectos de cálculo, los parámetros de corte en condiciones de drenaje se pueden considera del orden de 40 kPa (0,40 kp/cm^2) de cohesión efectiva, frente a un ángulo de rozamiento interno de 30º y una densidad aparente de 2,20 t/m^3

Con los resultados obtenidos en los reconocimientos y ensayos de laboratorio realizados, a continuación se indican las características geotécnicas medias estimadas en los diferentes niveles de terreno definidos:

NIVEL	Profundidad m	Cota media m	N	γ_{ap} t/m^3	C' kPa	ϕ °	K_{30} kg/cm^3	E' MPa
Nivel 0.- Relleno antrópico Arcilla Blanda	1,8 - 2,4	656,7 655,8	<10	1,70	0	27	< 1	< 0,5
Nivel 1.- Arcilla Arcilla y limo plástico con laminaciones yesíferas e intercalaciones sepiolíticas Muy firme	8,3 - 8,3	650,2 650,2	20 – 25	1,90	10	28	8	25 - 30
Nivel 2.- Marga yesífera Alternancia limo margoso y yeso laminar y nodular Muy firme a dura	- - -	< 650,2	>25	2,20	40	30	10	30 - 50

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

5. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

En este apartado se exponen, en función de las características del terreno existente y de los resultados obtenidos en los reconocimientos efectuados, las diferentes recomendaciones constructivas propuestas para la ejecución de la construcción proyectada, para lo cual se analizan aspectos tales como: localización y características del nivel freático, trabajos de excavación (vaciado), y tipo de cimentación y tensión admisible del terreno.

5.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL FREÁTICO

En la investigación realizada no se ha detectado presencia de agua, en la medición realizada con fecha el 5 de julio del 2.019. Por lo que en principio se considera un sustrato seco a efectos de consideraciones sobre el nivel freático en el momento de realización de este documento.

Con respecto al potencial hidráulico, coeficiente de permeabilidad (K) estimado del Nivel 0.- Relleno antrópico, definido como suelos con la estructura floja y abierta, se puede considerar un coeficiente de permeabilidad del orden de $1 \cdot 10^{-2}$ m/s (Curso Aplicado de Cimentaciones, 5ª Edición, 1993, Rodríguez Ortiz). En el conjunto del sustrato mioceno; de forma general, debido a su carácter cohesivo se estima un valor del orden de $1 \cdot 10^{-7}$ a $1 \cdot 10^{-10}$ m/s.

Hay que considerar los contrastes de permeabilidad de los niveles implicados, por lo que puede generar la percolación de niveles de agua de carácter estacionales que pueden aflorar en el momento de la excavación a favor de los cambios de permeabilidad entre los distintos niveles.

En caso de aparecer niveles de agua sería necesario analizar sus características químicas en relación a la EHE-08, así como medidas de impermeabilización y contención de dichos niveles de agua hacia el recinto de la construcción.

5.2. EXCAVACIÓN

La excavación que se realice viene impuesta tanto por la construcción, como por la profundidad que se precise alcanzar para el apoyo de la cimentación en un sustrato competente.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

De acuerdo con la investigación realizada y la superposición de la sección de la construcción, el plano de empotramiento de la cimentación debe alcanzar la cota mínima 655,5 m. Por otro lado, debido a las condiciones potenciales de expansividad, dicho plano de empotramiento de cimentación debe superar la capa activa, por tanto debe desarrollarse a una profundidad superior a los 3,50 m con respecto a la base topográfica actual.

Estas consideraciones mínimas delimitan que con respecto al plano de la base del edificio situada a la cota 659,17 m, se deba realizar una sobrexcavación algo superior a 3,50 m.

Los suelos afectados por la excavación de la cimentación presentan una resistencia media con lo cual, podrá realizarse con medios mecánicos convencionales. Si bien, si se alcanzan los niveles limo-arcillosos más compactos, o los tramos margosos o yesíferos, en estos habrá que utilizar medios neumáticos en función de la potencia de esto lentejones.

En este proceso, se deberán tomar, además, las medidas oportunas para realizar la excavación sobre materiales degradables y erosionables en aquellos puntos en los que queden al descubierto.

Para dicha excavación temporal se pueden considerar taludes de 1H:1V (45º) en el tramo inicial donde se excavará sobre el Nivel 0.- Relleno antrópico, pasando a taludes no superiores a 1H:2V (63º) en los suelos miocenos del Nivel 1.- Arcilla.

En todo caso, dicha pendiente del talud será válida para taludes provisionales, por lo que la construcción deberá realizarse en el plazo de tiempo más breve posible con el fin de mantener la estabilidad de los taludes recomendados. Y siempre que no exista afloramiento de agua a la excavación.

En todas estas excavaciones se deberá tener en cuenta las condiciones de contorno con respecto a las infraestructuras existentes. Con lo que parte de dichas excavaciones puede ser determinante que se ejecuten mediante contenciones temporales o bataches.

5.3. CIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta la tipología del proyecto y las características geotécnicas de los materiales que conforman el subsuelo, se llevará a cabo el análisis de una cimentación mediante zapatas aisladas o continuas empotradas sobre el sustrato mioceno para los puntos de cimentación.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Como se correlaciona en la investigación, el nivel de empotramiento debe alcanzar la cota mínima 655,5 m.

Bajo esta cota, se realizaría el empotramiento del canto del elemento de cimentación sobre el sustrato mioceno del Nivel 1.- Arcilla.

Considerando un potencial expansivo medio, del lado de la seguridad la tensión admisible de servicio, debe generar una presión de cimentación sobre el plano de apoyo superior a 200 kPa (2,00 kp/cm^2) para contrarrestar la presión de hinchamiento en caso de desarrollarse por la actividad de los suelos.

Tensión admisible en cimentación directa o semiprofunda:

La situación más desfavorable de cálculo, es considerar que el empotramiento se realiza sobre un sustrato con características cohesivas.

A su vez, la tensión de hundimiento a corto plazo resulta más restrictiva que a largo plazo, ya que no se considera el aporte del rozamiento interno.

Por tanto, el análisis de carga de hundimiento en suelos cohesivos se realiza, considerando un ángulo de rozamiento cero. En esta situación, la fórmula de Brinch-Hansen queda simplificada tal como se indica en las sucesivas tablas de cálculo.

Partiendo de una resistencia al corte sin drenaje (Cu) ponderada por los distintos ensayos, igual a 125 kPa (1,25 kp/cm^2); para los distintos anchos y tipo de zapata las tensiones admisibles en condiciones de carga sin drenaje para el empotramiento por debajo de la cota mínima 655,5 m, se reflejan en la siguiente tabla.

$$q_h = 5{,}14\ Cu\ s_c\ d_c + q_0\ s_q$$

γ:	1,90	t/m^3
Cu:	**125**	kPa
D:	0,5	m
q_0 :	9,5	kPa

Dimensiones cimentación (m)		Coeficientes de forma y empotramiento			TENSIÓN ADMISIBLE kPa
	B x L	s_c	d_c	s_q	
Cuadrada	2,0 x 2,0	*1,19*	*1,10*	*1,19*	**284**
	3,5 x 3,5	*1,19*	*1,06*	*1,19*	**274**
Rectangular	1,5 x 5,0	*1,06*	*1,13*	*1,06*	**258**
	2,0 x 7,0	*1,06*	*1,10*	*1,06*	**251**

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Por todo lo expuesto, para la transmisión de la carga estructural mediante zapatas en las dimensiones estimadas se recomienda tomar una tensión admisible máxima de **250 kPa (2,250 kp/cm^2)**, en función de la dimensiones del elemento de cimentación, para el empotramiento de la cimentación situado por debajo de la cota **655,5 m.**

Esta situación en el desarrollo de este nivel recomienda que durante la ejecución de la excavación de los apoyo, a comprobar que las características del terreno son similares a las deducidas en este estudio.

Asientos en cimentación directa o semiprofunda:

Para el cálculo de los asientos generados por la carga de la cimentación vertical centrada sobre base rígida, aproximando el terreno a un medio elástico, se ha utilizado el modelo de distribución de tensiones desarrollado por Steinbrenner en el que el terreno bajo el plano de cimentación se divide en tramos.

Este análisis se ha realizado suponiendo un módulo de deformación (E) determinado para cada rebanada correlacionada en base a la información recogida en la investigación.

Básicamente, en el cálculo se considera que el asiento de una capa de espesor "h", sometida a una sobrecarga de cimentación (P), representada por una tensión σz, y con un módulo de deformación (E), se puede estimar en base a la expresión:

$S = (\sigma z \times h) / E$

Donde $\sigma z = 4Iz \times P$; en la que se tiene en cuenta la influencia de la presión añadida con la profundidad (Iz), según el ábaco desarrollado por Steinbrenner.

Este modelo se desarrolla en las sucesivas tablas donde se ha esquematizado el terreno bajo el plano de cimentación atendiendo a la investigación realizada y la situación más desfavorable, es decir, con las peores condiciones en cuanto a consistencia, dimensiones y carga vertical máxima.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

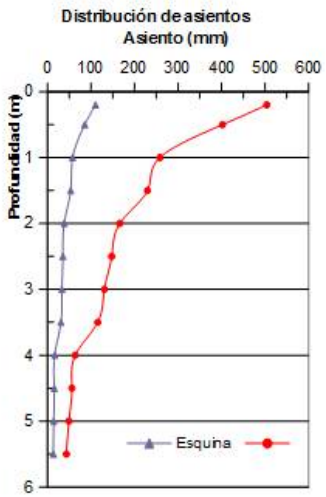
Datos:

Ancho (2B)	**3,5**	m	Empotramiento (D)	**0,5**	m	
Largo (2L)	**3,5**	m	Presión (P)	**250**	kPa	
			Cota cimentación	**655,5**	m	

Cota - Profundidad base tramo (m)			h_i(m)	z_i(m)	E (MPa)	ν	S Esquina (cm)	S Centro (cm)
Tramo 1	652,5	3,0	2,5	1,25	**40,0**	**0,28**	0,2878	**0,9881**
Tramo 2	650,5	5,0	2,0	4,00	**40,0**	**0,28**	0,1890	**0,3608**
Tramo 3	648,5	7,0	2,0	6,00	**40,0**	**0,28**	0,1294	**0,1864**
Tramo 4	646,5	9,0	2,0	8,00	**40,0**	**0,28**	0,0883	**0,1108**
Tramo 5	644,5	11,0	2,0	10,00	**45,0**	**0,28**	0,0555	**0,0646**
Tramo 6	642,5	13,0	2,0	12,00	**45,0**	**0,28**	0,0408	**0,0455**
Tramo 7	640,5	15,0	2,0	14,00	**45,0**	**0,28**	0,0311	**0,0337**
Tramo 8	638,5	17,0	2,0	16,00	**45,0**	**0,28**	0,0244	**0,0260**
Tramo 9	636,5	19,0	2,0	18,00	**45,0**	**0,28**	0,0196	**0,0206**
Tramo 10	634,5	21,0	2,0	20,00	**45,0**	**0,28**	0,0161	**0,0167**
Tramo 11	632,5	23,0	2,0	22,00	**45,0**	**0,28**	0,0134	**0,0138**
Tramo 12	630,5	25,0	2,0	24,00	**45,0**	**0,28**	0,0113	**0,0117**
						S (total) en cm	0,91	**1,88**

h_i: Espesor capa (m)

z_i: Profundidad punto medio capa (m)



En el desarrollo de una cimentación mediante zapatas, en la dimensión más desfavorable de 3,50 x 3,50 m, se obtiene un asiento máximo de 1,88 cm frente a una tensión admisible de 250 kPa (2,50 kp/cm^2)

Otro factor a tener en cuenta asociado a los asientos, son la recomendación para la distorsión angular (asiento diferencial entre dos pilares contiguos dividido por la distancia entre pilares).

Partiendo de un valor de 1/500 y suponiendo una distancia máxima entre pilares media de 5,50 m, el asiento diferencial máximo tolerable sería del orden de 1,10 cm.

Para la relación asiento total - asiento diferencial es práctica habitual admitir asientos del orden del doble del asiento diferencial máximo tolerable. En este caso el asiento máximo total admisible sería del orden de 2,20 cm, por lo que de desarrollarse en el caso estimación más desfavorable, estos quedarían en el límite de dicha distorsión angular.

Por tanto, en las dimensiones analizadas la tensión admisible de 250 kPa (2,50 kp/cm^2) empotrada en el Nivel 1, y alcanzando un asiento máximo de 1,88 cm en las dimensiones más desfavorables; cumple las condiciones de hundimiento y limitaciones de asientos.

5.4. SOLERAS Y EXPLANACIÓN DE PISTAS DEPORTIVAS

De considerarse la construcción de soleras, o para las explanaciones y rellenos estructurales que se precise para la instalación de pistas deportivas o áreas de recreo, se recomiendan las siguientes puntualizaciones:

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

De acuerdo con los criterios empíricos recogidos en "Curso: Cimentar en Madrid" CEDEX; junio 1991, en la experiencia en suelos expansivos de la Cuenca de Madrid, se establece un potencia de relleno bajo la solera según el grado de expansividad del suelo, siendo:

- Arcillas de baja expansividad: 0,40 a 0,60 m
- Arcillas de expansividad media: 0,60 a 1,00 m
- Arcillas de expansividad alta: 1,00 a 1,50 m

En nuestra situación, de acuerdo con el perfil geotécnico estimado, el apoyo de la solera se encuentra en una situación intermedia, con suelos con grado de expansividad media - alta, por lo que es recomendable que dicho relleno tenga una potencia del al menos de 1,00 m.

El fondo de esta excavación debe ser compactado con los medios más enérgicos disponibles, con el fin de mejorar su capacidad portante, para después construir un relleno estructural que sirva de base de la solera.

En caso que sea del tipo terraplén, debe cumplir al menos con las condiciones de *suelo adecuado*, cumpliendo lo marcado en el PG-3 Orden FOM/1382/2002.

Los materiales de la construcción del relleno estructural se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada.

El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, el espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a 25 cm. Este material deberá ser compactado hasta alcanzar una densidad "in situ" igual o superior al 95% de la máxima del ensayo Proctor Normal.

5.5. OTRAS CONSIDERACIONES

Actuaciones con respecto al potencial expansivo:

Debido al carácter potencialmente expansivo medio de los materiales, del lado de la seguridad, será aconsejable adoptar ciertas medidas habituales para este tipo de terrenos, encaminadas principalmente a

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

mantener la humedad natural del terreno y evitar de esta forma la aparición de posibles cambios de volumen (por hinchamiento o retracción) y, con ello, la consiguiente potencial expansividad.

Se indican una serie de medidas constructivas encaminadas a mantener el grado de humedad natural del terreno para evitar la aparición de posibles fenómenos de expansividad, que será conveniente llevar a cabo en la ejecución del proyecto:

- En caso de aparecer "rezumes" o flujos de agua durante la fase de excavación o vaciado, será aconsejable la ejecución de un sistema de drenaje adecuado, mediante sub-bases drenantes con pozos de recogida de agua y bombas de achique, que permitan evacuar los caudales recogidos al saneamiento existente.
- Las excavaciones de las zapatas han de estar abiertas el menor tiempo posible. Por ello, una vez que se proceda a la excavación de las mismas, se deberán hormigonar lo antes posible, al menos con hormigón de limpieza
- Con posterioridad, una vez que se ejecute la obra se deberá cuidar las posibles vías de infiltración de agua, además de que las conducciones de agua y saneamientos no deben pasar por debajo de la solera. Además es necesario que las tuberías enterradas se ejecuten cuidadosamente, con juntas flexibles y con arquetas de hormigón para reducir el riesgo de roturas deberán ser totalmente estancos, cuidando la calidad de las juntas, de forma que garanticen y eviten la aparición de cualquier clase de fugas.
- Será conveniente colocar bajo la solera, para su aislamiento del terreno, encachados u otras capas granulares que eviten deformaciones de la misma.
- Conviene cuidar las condiciones de drenaje superficial y así impedir la acumulación de agua durante las lluvias. Por ello es recomendable disponer de aceras perimetrales que rodeen totalmente los edificios, con un ancho generoso, totalmente impermeables e inclinadas hacia el exterior de los mismos, con una pendiente mínima del 3%. Las aguas de lluvia procedentes de tejados y azoteas deben ser recogidas íntegramente por un sistema de canalones y bajantes y reconducidas a la red de alcantarillado.
- Se cuidará, en su caso, el grado de compactación en el trasdosado de muros, así como las juntas y su unión con las soleras, de forma que garanticen la estanqueidad del cimiento.
- Se evitarán zonas cercanas con plantaciones para eliminar fenómenos derivados de ciclos de humedad-sequedad.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Pozos de cimentación:

La necesidad de profundizar el empotramiento obliga a la construcción de una cimentación semiprofunda mediante pozos. En la construcción de estos pueden indicarse dos soluciones, entre otras:

- La construcción de pozos de cimentación rellenos con hormigón en masa la altura correspondiente entre el nivel de apoyo necesario y la parte inferior de la zapata proyectada.
- La construcción de la zapata en el fondo de la excavación, rellenado posteriormente con un material inerte, e impermeabilizando convenientemente la zona superior del relleno, a fin de evitar el acceso de agua. Este sellado podrá realizarse mediante un tapón de arcilla, compactado, de un espesor mínimo de 20 cm, o mediante hormigón pobre.

Cimentación de grúas y elementos auxiliares:

Para la cimentación de grúas y elementos auxiliares, en caso de ser precisos en la construcción, se deberán seguir los mismos criterios ya indicados en los apartados anteriores.

Si se plantea una cimentación directa para una zapata con ancho en torno a 5,00 m, empotrada en el Nivel 1, a una cota mínima 655,5 m; la carga máxima no debe ser superior a 250 kPa (2,50 kp/cm^2).

La tensión admisible obtenida en los cálculos realizados, únicamente cumple la condición de hundimiento, por lo que no se han tenido en cuenta las condiciones de vuelco y deslizamiento, puesto que se desconocen los momentos flectores que afectan a la grúa.

En ambas situaciones la tensión admisible será correcta si la transmisión de estos momentos son adecuados a las dimensiones del dado de cimentación que se pretende construir; y si los esfuerzos máximos que se producen no superan la carga admisible calculada para el subsuelo y no se produce, por tanto, el vuelco del apoyo que sostiene la grúa torre.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Como resumen de lo expuesto en apartados anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

El terreno está constituido por un sustrato de mioceno cohesivo arcilloso y margo-yesífero.

Se diferencian los siguientes niveles:

Nivel 0.- Relleno antrópico: Suelo de alteración formado por arcilla de tonalidades grisáceas y pardas de consistencia blanda. Dicha parte final puede estar asociada al sustrato mioceno alterado. Se desarrolla hasta las cotas 656,7 a 655,8 m.

Nivel 1.- Arcilla: Sustrato mioceno representado por arcilla y limo plástico de tonalidades marrones verdosas, con láminas yesíferas e intercalaciones yesíferas, con cierto grado de dispersión en su proporción, pero que aumenta su volumen a medida que se progresa en profundidad.

Presenta registros N_{30} de 18 a 43 golpes/30 cm; y valores N_{20} medios de 20 golpes/20 cm. Considerando el conjunto un suelo de consistencia muy firme, que se desarrolla por debajo de las cotas 656,7 a 655,8 m, alcanzado la cota 650,2 m.

A efectos de cálculo, por debajo de la cota 656,0 m; se puede considerar una resistencia al corte sin drenaje de 125 kPa (1,25 kp/cm^2) y un registro N_{30} del orden de 20-25 golpes/30 cm.

Nivel 2.- Marga yesífera: Sustrato mioceno formado por la superposición de niveles alternantes de orden centimétrico a decimétrico de limo margoso de tonos grisáceos con láminas, capas y nódulos yesíferos.

Presenta registros N_{30} de 25 a 44 golpes/30 cm y de rechazo mayoritariamente. Considerando el conjunto un suelo de consistencia dura, que se desarrolla por debajo de la cota 650,2 m.

Hay que remarcar, que el contacto entre los niveles 1 y 2, no representa un cambio neto, si no que define un cambio progresivo donde aumenta la tenacidad con resistencia del material, ocasionado por un mayor contenido en fracción margosa o yesífera.

Con los resultados obtenidos en los reconocimientos y ensayos de laboratorio realizados, a continuación se indican las características geotécnicas medias estimadas en los diferentes Niveles de terreno definidos:

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

NIVEL	Cota media m	N	γ_{ap} t/m³	C' kPa	ϕ °	K_{30} kg/cm³	E' MPa
Nivel 0.- Relleno antrópico Arcilla Blanda	656,7 655,8	<10	1,70	0	27	< 1	< 0,5
Nivel 1.- Arcilla Arcilla y limo plástico con laminaciones yesíferas e intercalaciones sepiolíticas Muy firme	650,2 650,2	20 – 25	1,90	10	28	8	25 - 30
Nivel 2.- Marga yesífera Alternancia limo margoso y yeso laminar y nodular Muy firme a dura	< 650,2	>25	2,20	40	30	10	30 - 50

Localización y características del nivel freático:

En la investigación realizada no se ha detectado presencia de agua, en la medición realizada con fecha el 7 al 19 de julio del 2.019. Por lo que en principio se considera un sustrato seco a efectos de consideraciones sobre el nivel freático en el momento de realización de este documento.

Se estima un coeficiente de permeabilidad de $1 \cdot 10^{-2}$ m/s para el Nivel 0.- Relleno antrópico, siendo en el sustrato mioceno cohesivo del orden de $1 \cdot 10^{-7}$ a $1 \cdot 10^{-10}$ m/s

Hay que considerar los contrastes de permeabilidad de los niveles implicados, por lo que puede generar la percolación de niveles de agua de carácter estacionales que pueden aflorar en el momento de la excavación a favor de los cambios de permeabilidad entre los distintos niveles.

Excavación:

Los suelos afectados por la excavación de la cimentación presentan una resistencia media con lo cual, podrá realizarse con medios mecánicos convencionales. Si bien, si se alcanzan los niveles limo-arcillosos más compactos, o los tramos margosos o yesíferos, en estos habrá que utilizar medios neumáticos en función de la potencia de esto lentejones.

Para dicha excavación temporal se pueden considerar taludes de 1H:1V (45º) en el tramo inicial donde se excavará sobre el Nivel 0.- Relleno antrópico, pasando a taludes no superiores a 1H:2V (63º) en los suelos miocenos del Nivel 1.- Arcilla.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

En todas estas excavaciones se deberá tener en cuenta las condiciones de contorno con respecto a las infraestructuras existentes. Con lo que parte de dichas excavaciones puede ser determinante que se ejecuten mediante contenciones temporales o bataches.

Cimentación:

El plano de empotramiento de la cimentación debe alcanzar la cota mínima 655,5 m.

Estas zapatas empotradas en el sustrato mioceno del Nivel 1.- Arcilla, puede alcanzar una tensión admisible máxima de 250 kPa (2,50 kp/cm^2) desarrollando un asiento máximo estimado de 1,88 cm de acuerdo con las dimensiones planteadas.

Agresividad:

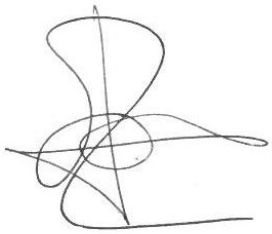
En principio, en base a los resultados obtenidos, condiciona que al menos habría que considerar un ambiente de agresividad media Qb.

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

Las recomendaciones anteriores se basan en prospecciones puntuales. Si se observan durante la fase de ejecución diferencias con lo aquí descrito, se nos deberá comunicar por si hubiese que establecer alguna recomendación complementaria.

Madrid, Agosto de 2.019

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64





Fdo.: JESÚS FCO. RODRÍGUEZ DE GUZMÁN

Geólogo

Colegiado nº 2.704

Fdo.: ALFREDO COMENDADOR COLORADO

Director del Laboratorio

Colegiado nº 3.635

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L. LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO. Organismo Acreditador: Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Comunidad de Madrid, Fecha 4 de Marzo del 2005. Áreas **EHA**: Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero (**N.R.-03061EHA05**), **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotecnia (**N.R.-03062GTL05**), **GTC**: Sondeos, toma de muestras y ensayos "in-situ" para reconocimientos geotécnicos (**N.R.-03063GTC05**), **AMC**: Control de morteros para albañilería (**N.R.-03064AMC05**)

Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

ANEJOS A LA MEMORIA

Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

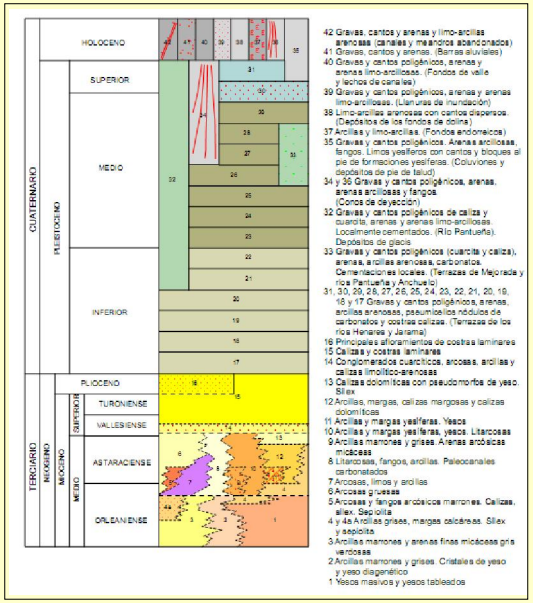
ANEJO Nº1.- MAPA GEOLÓGICO REGIONAL Y CROQUIS DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

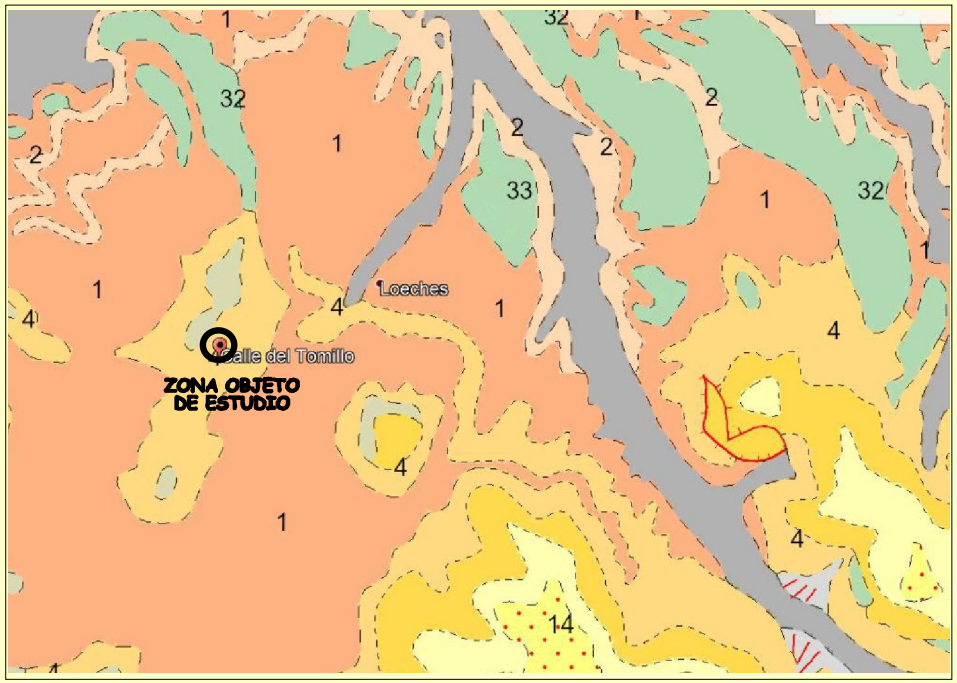
Escala 1:50.000

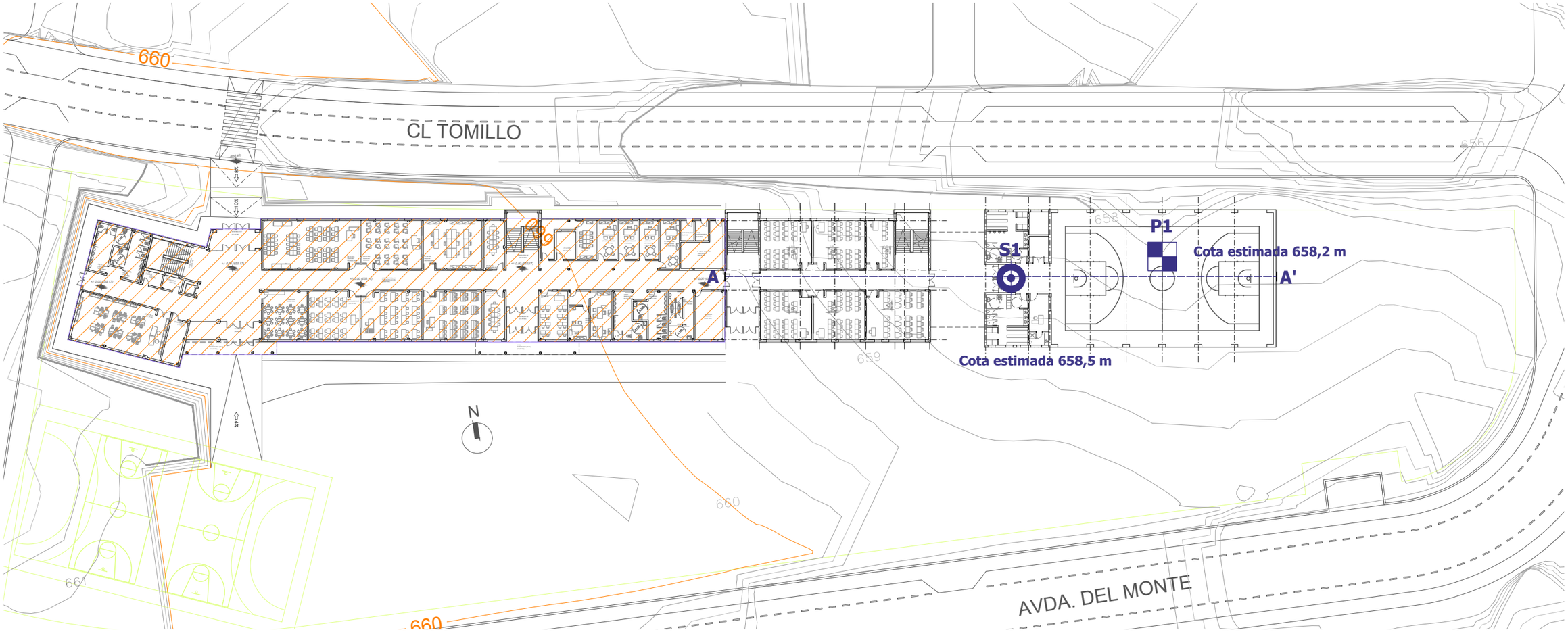
HOJA DE ALCALÁ DE HENARES (Nº 560)

Leyenda



Marco Geológico





0 10 20 Escala (m) 1/600

LEYENDA

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

SONDEO A ROTACIÓN MECÁNICA

GMD

ESCALA GRÁFICA

OBRA:	AMPLIACIÓN IES - AVENIDA DEL MONTE Y CALLE TOMILLO. LOECHES (MADRID)
PETICIONARIO:	CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID
REFERENCIA:	EG-201901/9892
FECHA:	AGOSTO / 19

Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

ANEJO Nº2.- GRÁFICO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64
http://www.geotecnia.org

Nº ACTA:	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
1	05/07/2019	.2019/34537	9892

Ensayo: P- 1

OBRA:

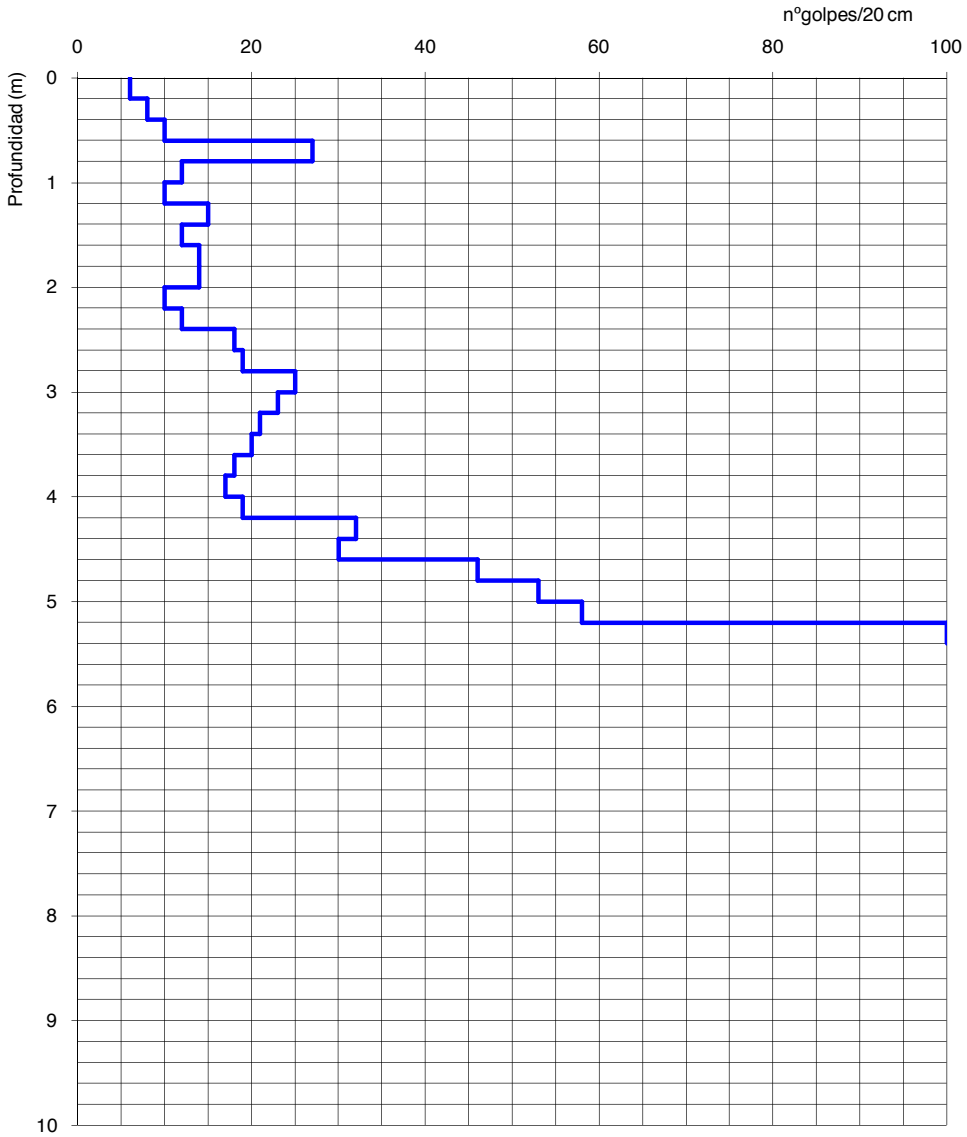
Fecha: 05/07/2019

AMPLIACION IES (EDIFICIO 4 AULAS Y GIMNASIO)

AVDA. DEL MONTE C/V C/ TOMILLO LOECHES (MADRID)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO BORRO (UNE 103809:2010)

RESULTADO DEL ENSAYO



Profdad	N_{20}
0,2	6
0,4	8
0,6	10
0,8	27
1,0	12
1,2	10
1,4	15
1,6	12
1,8	14
2,0	14
2,2	10
2,4	12
2,6	18
2,8	19
3,0	25
3,2	23
3,4	21
3,6	20
3,8	18
4,0	17
4,2	19
4,4	32
4,6	30
4,8	46
5,0	53
5,2	58
5,4	100
5,6	- -
5,8	- -
6,0	- -
6,2	- -
6,4	- -
6,6	- -
6,8	- -
7,0	- -
7,2	- -
7,4	- -
7,6	- -
7,8	- -
8,0	- -
8,2	- -
8,4	- -
8,6	- -
8,8	- -
9,0	- -
9,2	- -
9,4	- -
9,6	- -
9,8	- -
10,0	- -

Peso de la maza:	65,0	kg	Altura de caída:	0,50	m
Diámetro varilla:	32,0	mm			
Superficie puntaza:	16,0	cm^2	Peso varillaje:	6,3	kg/m

GMD es marca registrada de GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.. Instrita en el registro mercantil de Madrid - Tomo 15359, Libro 0, Folio 107, Sección 8, Hoja M-257619, Inscripción 4

Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas lectrosoldadas, cementos, etc.), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y eterminación de permeabilidad de suelos
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002. Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

Esté informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD

Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

ANEJO Nº3.- CORTES ESTRATIGRAFICOS Y PERFILES LITOLÓGICO

PERFIL DEL SONDEO

SONDEO S1

REFERENCIA : EG-201901/9892
DIRECCIÓN : AVENIDA DEL MONTE Y CALLE TOMILLO. LOECHES (MADRID)
PETICIONARIO : CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID
FECHA: 5 de julio de 2019
SISTEMA DE PERFORACIÓN: Rotación, batería y corona de Widia

COTA DE BOCA: 658,50 m
NIVEL FREÁTICO: No se observa
MÁQUINA: RL- 24

NIVEL FREÁTICO	COTA	PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	S.P.T. / MUESTRA (Nº GOLPES) TIPO	PROFUNDIDAD (m)	Nº DE GOLPES CADA 15 cm 15	30	45	60	N_{30}	ENSAYOS DE LABORATORIO CLASIFICACIÓN USCS	% PASA # 0,08 mm	% PASA # 2,0 mm	LÍMITES ATTERBERG LL	LÍMITES ATTERBERG IP	HUMEDAD (%)
				Nivel 0.- Relleno antrópico Arcilla parda y grisácea Blanda													
	1,8			**Nivel 1.- Arcilla** Arcilla y limo plástico marrón verdoso con laminaciones yesíferas e intercalaciones de arcilla sepiolíticas Muy firme													
					SPT	3,00 - 3,60	9	8	10	10	**18**						
					T	3,60 - 3,90						**CL**	**83,6**	**92,4**	**36,5**	**17,8**	**23,5**
					SPT	6,00 - 6,60	12	19	24	35	**43**	**CH**	**99,7**	**99,9**	**65,5**	**34,8**	**29,7**
	8,3			**Nivel 2.- Marga yesífera** Alternancia de limo margoso grisáceo y yeso laminar y nodular Muy firme a duro													
					T	9,10 - 9,40						**CH**	**52,7**	**68,2**	**53,0**	**24,7**	**27,5**
					SPT	9,40 - 10,00	18	21	26	32	**47**						

Final de sondeo a 10,0 m

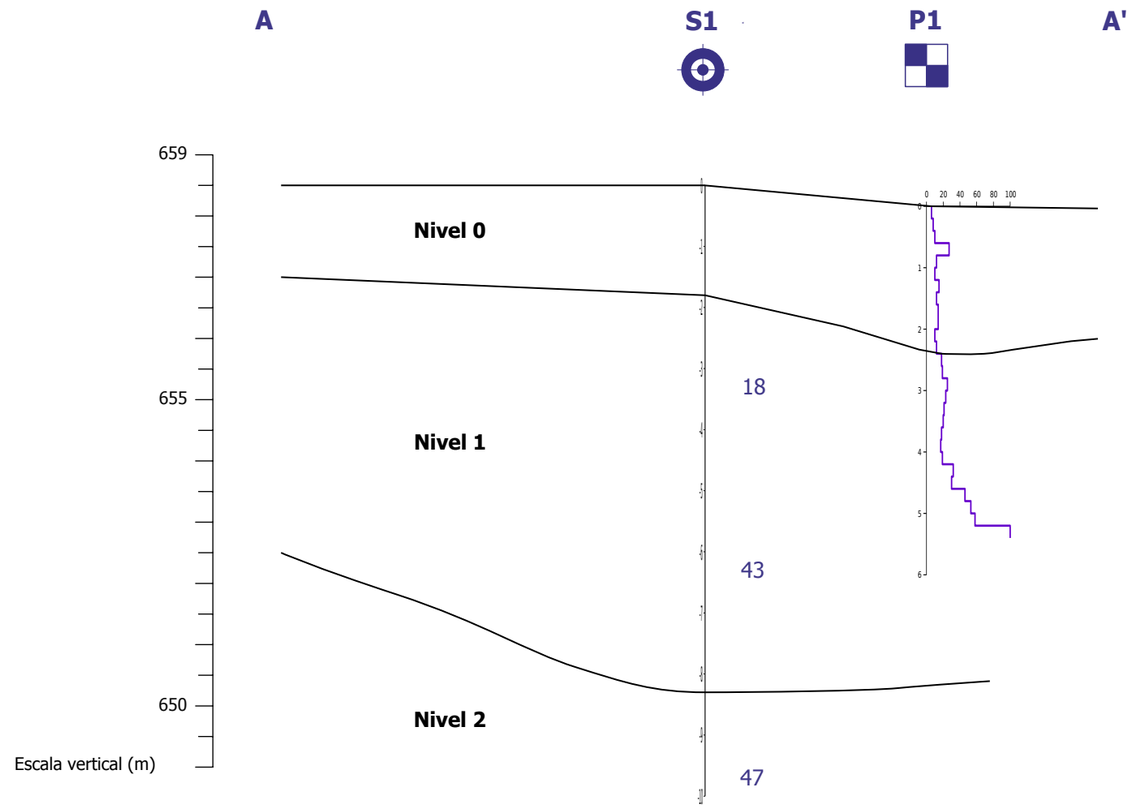
FOTOGRAFÍAS CAJAS SONDEO



Tipo de muestra
MI : M. inalterada **TP :** Testigo parafinado **SPT :** Penetración estándar
T : Testigo **MA :** Muestra alterada **R:** Rechazo S.P.T.

Observaciones:

AMPLIACIÓN IES - AVENIDA DEL MONTE Y CALLE TOMILLO. LOECHES (MADRID)



Cota de empotramiento mínima 655,5 m

0 10 20 Escala horizontal (m)

LEYENDA

Nivel 0.- Relleno antrópico
Nivel 1.- Arcilla
Nivel 2.- Marga yesífera

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

SONDEO A ROTACIÓN MECÁNICA

Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

ANEJO Nº4.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

GMD

Estudios Geotécnicos
y Control de Materiales

C/Adelfa, 11; Pol.Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes
hppt//. www.geotecnia.org
e-mail: gmd@geotecnia.org
Teléfono:914920220
Fax: 916972964

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 1

Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)

Provincia: Madrid **Fecha:** 20-08-19

Resumen de ensayos de laboratorio

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5
Designación de muestra		S1; M1	S1; M2	S1; M3		
Tipo de muestra		Testigo	Alterada(SPT)	Testigo		
Profundidad	(m)	3,60-3,90	6,00-6,60	9,10-9,40		
Clasificación U.S.C.S.		**CL**	**CH**	**MH**		
Clasificación H.R.B						
Índice de grupo						
Densidad aparente	(g/cm^3)					
Densidad seca	(g/cm^3)					
Peso específico	(g/cm^3)					
Humedad natural	(%)	23,45	29,72	27,51		
Limite Líquido	(%)	36,49	65,46	52,95		
Limite plástico	(%)	18,68	30,67	28,34		
Índice de plasticidad		17,81	34,79	24,60		
% que pasa T-0,080 UNE	(%)	83,56	99,65	52,68		
% que pasa T-2 UNE	(%)	92,43	99,88	68,20		
% que pasa T-5 UNE	(%)	93,97	100,00	80,15		
Proctor Humedad óptima	(%)					
Proctor Densidad Máxima	(t/m^3)					
Índice CBR	(%)					
Presión de hinchamiento	(kp/cm^2)	0,50				
Hinchamiento libre	(%)					
Lambe índice	(kp/cm^2)					
Lambe Clasificación						
Sulfatos	(mg/kg suelo)	1598		3467		
Carbonatos	(%)					
Materia orgánica	(%)					
Compresión Simple	(kp/cm^2)					
Deformación	(mm)					
Edométrico Cc						
Cohesión	(kp/cm^2)					
Angulo de fricción	(º)					

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 84

Observaciones.-

GMD Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 2

Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)

Provincia: Madrid **Fecha:** 20/08/19

Granulometría por Tamizado

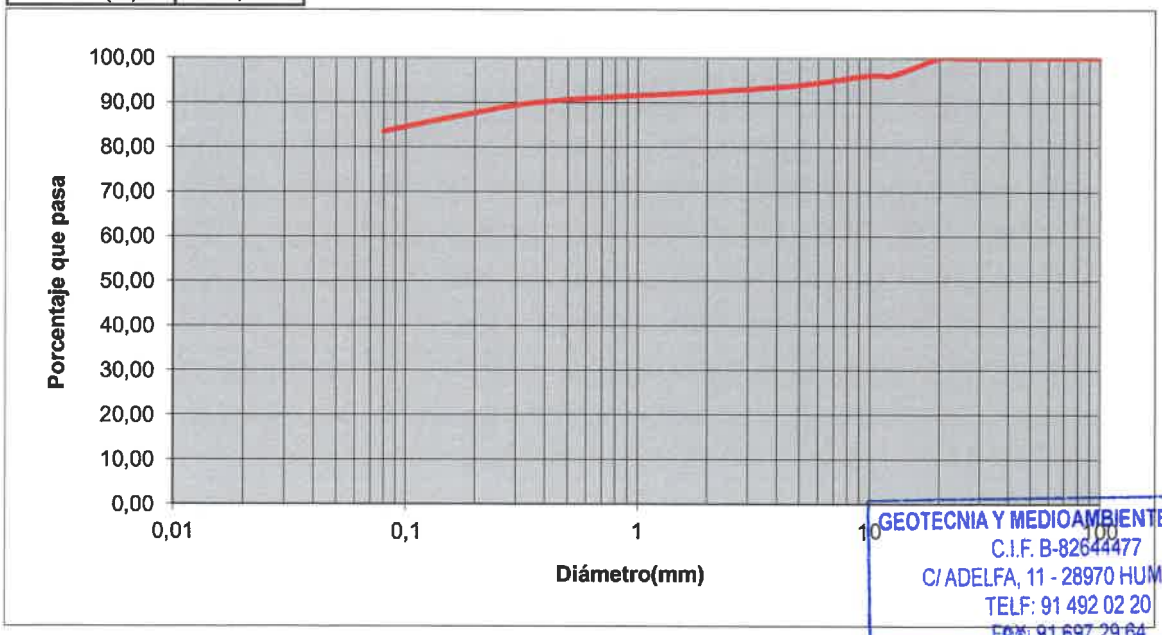
Designación: **UNE 103-101**

Muestra **S1; M1**
Profundidad: **3,60-3,90**
Muestra(tipo) **Testigo**

Pasa T-0,08(%)	83,56
Pasa T-2(%)	92,43
Pasa T-5(%)	93,97

Fracción Gruesa: > T-2	
F+G+agua	249,20
G>T-2	15,29
F<T-2+agua	233,91
Fino seco	189,47
F+G(seco)	201,86
Fracción Fina: < T-2	
Suelo+agua	249,20
Humedad	23,45
Suelo seco	201,86
Humedad Higroscópica	
T+suelo+agua	806,08
T+suelo	758,74
Tara	556,88
Suelo	201,86
Agua	47,34
Humedad(%)	23,45

Tamices UNE (mm)	Retenido acumulado (Gramos)	Retenido cada tamiz (Gramos)	% retenido cada tamiz (%)	% que pasa cada tamiz (%)
100	0,00	0,00	0,00	100,00
80	0,00	0,00	0,00	100,00
63	0,00	0,00	0,00	100,00
50	0,00	0,00	0,00	100,00
40	0,00	0,00	0,00	100,00
25	0,00	0,00	0,00	100,00
20	0,00	0,00	0,00	100,00
12,5	7,80	7,80	3,86	96,14
10	7,80	0,00	0,00	96,14
5	12,18	4,38	2,17	93,97
2	15,29	3,11	1,54	92,43
0,4	19,76	4,47	2,21	90,21
0,16	26,75	6,99	3,46	86,75
0,08	33,18	6,43	3,19	83,56



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64

Limo/arcilla 83,56 Arena 8,86 Grava 7,57

Limite Liquido:	36,49	% pasa T 0,08	83,56	Clasificación USCS
Limite Plástico:	18,68	% reten. T-2	7,57	CL
Índice Plástico:	17,81	% reten. T-5	6,03	Arcilla de baja plasticidad

GMD Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 3

Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)

Provincia: Madrid **Fecha:** 20/08/19

Granulometría por Tamizado

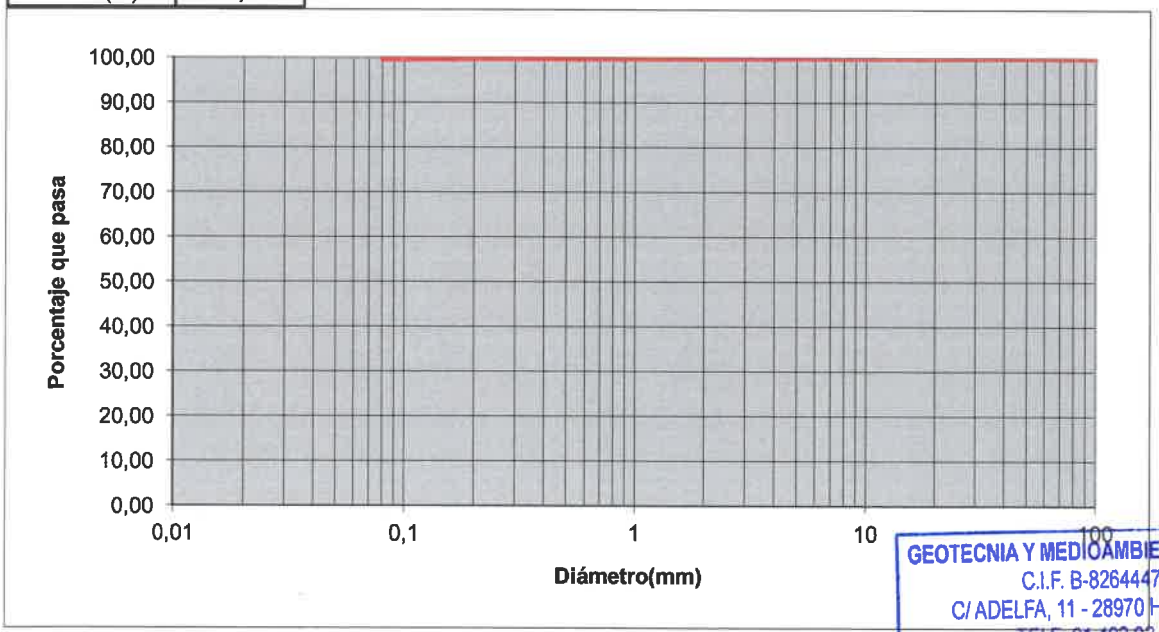
Designación: **UNE 103-101**

Calicata **S1; M2**
Profundidad: **6,00-6,60**
Muestra(tipo) **Alterada(SPT)**

Pasa T-0,08(%)	**99,65**
Pasa T-2(%)	**99,88**
Pasa T-5(%)	**100,00**

Fracción Gruesa: > T-2	
F+G+agua	**248,10**
G>T-2	**0,22**
F<T-2+agua	**247,88**
Fino seco	**191,09**
F+G(seco)	**191,26**
Fracción Fina: < T-2	
Suelo+agua	**248,10**
Humedad	**29,72**
Suelo seco	**191,26**
Humedad Higroscópica	
T+suelo+agua	**789,10**
T+suelo	**732,26**
Tara	**541,00**
Suelo	**191,26**
Agua	**56,84**
Humedad(%)	**29,72**

Tamices UNE (mm)	Retenido acumulado (Gramos)	Retenido cada tamiz (Gramos)	% retenido cada tamiz (%)	% que pasa cada tamiz (%)
100	0,00	0,00	0,00	100,00
80	0,00	0,00	0,00	100,00
63	0,00	0,00	0,00	100,00
50	0,00	0,00	0,00	100,00
40	0,00	0,00	0,00	100,00
25	0,00	0,00	0,00	100,00
20	0,00	0,00	0,00	100,00
12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
10	0,00	0,00	0,00	100,00
5	0,00	0,00	0,00	100,00
2	0,22	0,22	0,12	99,88
0,4	0,37	0,15	0,08	99,81
0,16	0,49	0,12	0,06	99,74
0,08	0,67	0,18	0,09	99,65



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 897 29 64

Limo/arcilla 99,65 Arena 0,24 Grava 0,12

Limite Liquido:	**65,46**	**% pasa T 0,08**	**99,65**	**Clasificación USCS**
Limite Plástico:	**30,67**	**% reten. T-2**	**0,12**	**CH**
Índice Plástico:	**34,79**	**% reten. T-5**	**0,00**	**Arcilla de alta plasticidad**

GMD Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 4

Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)

Provincia: Madrid **Fecha:** 20/08/19

Granulometría por Tamizado

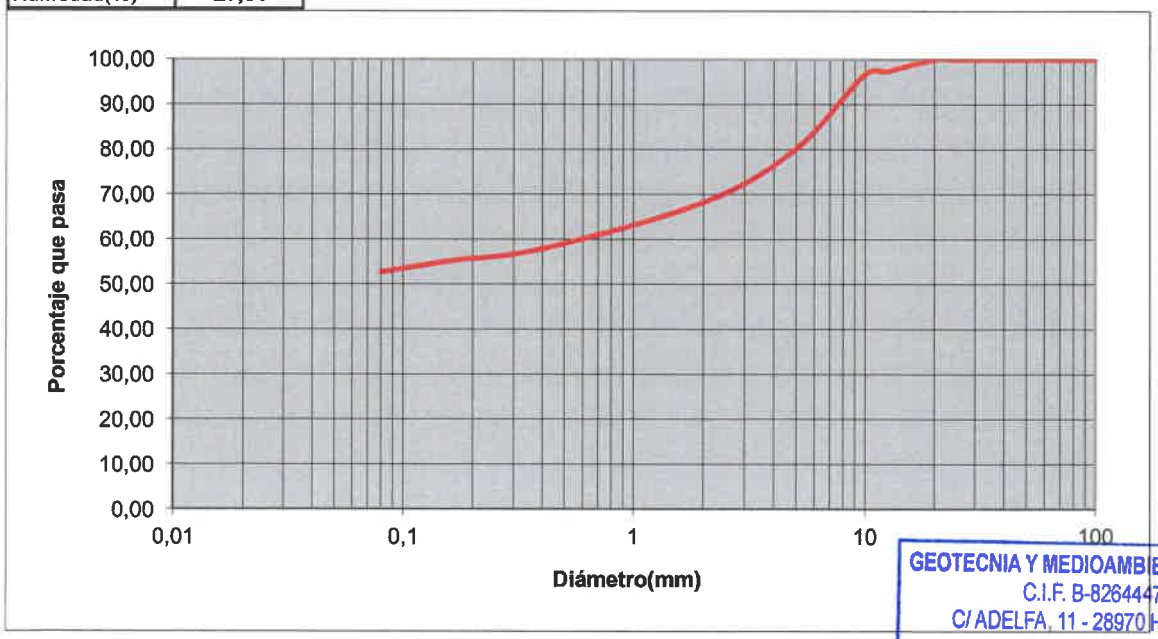
Designación: **UNE 103-101**

Calicata **S1; M3**
Profundidad: **9,10-9,40**
Muestra(tipo) **Testigo**

Pasa T-0,08(%)	**52,68**
Pasa T-2(%)	**68,20**
Pasa T-5(%)	**80,15**

Fracción Gruesa: > T-2	
F+G+agua	**160,93**
G>T-2	**40,13**
F<T-2+agua	**120,80**
Fino seco	**94,74**
F+G(seco)	**126,21**
Fracción Fina: < T-2	
Suelo+agua	**160,93**
Humedad	**27,51**
Suelo seco	**126,21**
Humedad Higroscópica	
T+suelo+agua	**700,53**
T+suelo	**665,81**
Tara	**539,60**
Suelo	**126,21**
Agua	**34,72**
Humedad(%)	**27,51**

Tamices UNE (mm)	Retenido acumulado (Gramos)	Retenido cada tamiz (Gramos)	% retenido cada tamiz (%)	% que pasa cada tamiz (%)
100	0,00	0,00	0,00	100,00
80	0,00	0,00	0,00	100,00
63	0,00	0,00	0,00	100,00
50	0,00	0,00	0,00	100,00
40	0,00	0,00	0,00	100,00
25	0,00	0,00	0,00	100,00
20	0,00	0,00	0,00	100,00
12,5	3,27	3,27	2,59	97,41
10	4,08	0,81	0,64	96,77
5	25,05	20,97	16,62	80,15
2	40,13	15,08	11,95	68,20
0,4	53,14	13,01	10,31	57,90
0,16	56,61	3,47	2,75	55,15
0,08	59,72	3,11	2,46	52,68



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 807 29 84

Limo/arcilla 52,68 Arena 15,52 Grava 31,80

Limite Liquido:	**52,95**	**% pasa T 0,08**	**52,68**	**Clasificación USCS**
Limite Plástico:	**28,34**	**% reten. T-2**	**31,80**	**MH**
Índice Plástico:	**24,60**	**% reten. T-5**	**19,85**	**Limo de alta plasticidad**

GMD Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 5
Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)
Provincia: Madrid **Fecha:** 20/08/19

Limites de Atterberg

Designación: LL UNE 103-103
LP UNE 103-104

Muestra S1; M1
Profundidad: 3,60-3,90
Muestra(tipo) Testigo

LL	36,49
LP	18,68
IP	17,81

		Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción		**1**	**2**	**1**	**2**	**Observaciones**
Tara/recipiente		11	74	1	8	
No de golpes		38	19			
Peso tara+suelo húmedo	(g)	31,51	31,53	29,03	30,44	
Peso tara +suelo seco	(g)	26,68	26,33	28,32	29,45	
Peso de tara	(g)	12,38	12,55	24,46	24,23	
Peso suelo seco	(g)	14,30	13,78	3,86	5,22	
Peso de agua	(g)	4,83	5,20	0,71	0,99	
Humedad %		33,78	37,74	18,39	18,97	
		Limite Liquido	**36,49**	**Limite Plástico**	**18,68**	

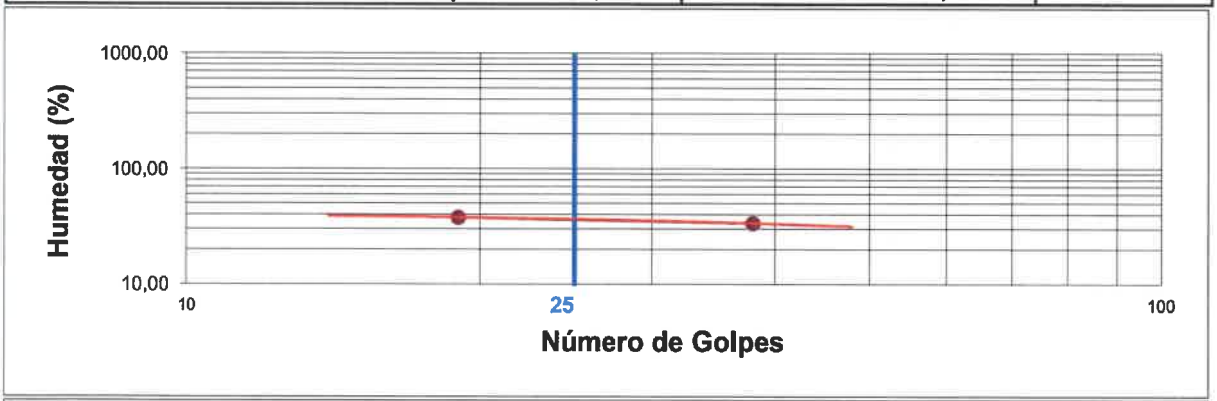
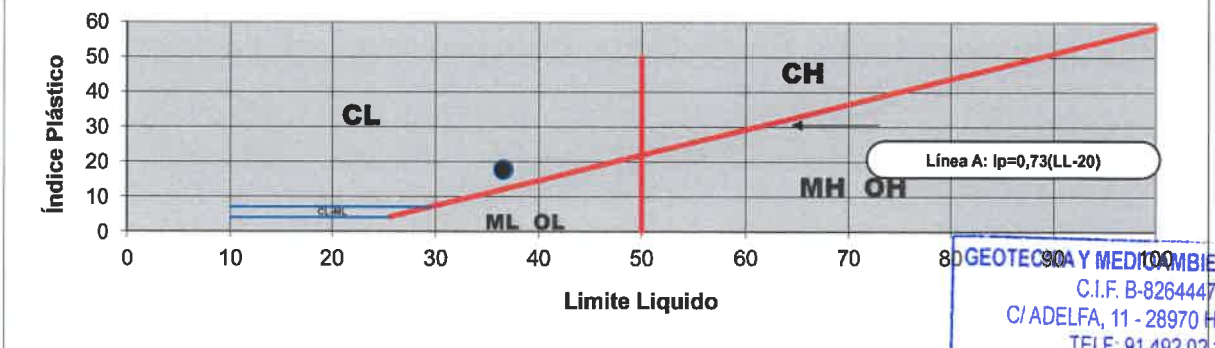


Diagrama de Casagrande



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64

Limite Liquido:	**36,49**	**% pasa T 0,08**	**83,56**	**Clasificación USCS**
Limite Plástico:	**18,68**	**% reten. T-2**	**7,57**	**CL**
Índice Plástico:	**17,81**	**% reten. T-5**	**6,03**	**Arcilla de baja plasticidad**

GMD Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 6
Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)
Provincia: Madrid **Fecha:** 20/08/19

Limites de Atterberg

Designación: LL UNE 103-103
LP UNE 103-104

Muestra S1; M2
Profundidad: 6,00-6,60
Muestra(tipo) Alterada(SPT)

LL	65,46
LP	30,67
IP	34,79

		Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción		**1**	**2**	**1**	**2**	**Observaciones**
Tara/recipiente		69	12	2	24	
No de golpes		35	21			
Peso tara+suelo húmedo	(g)	35,06	32,54	30,23	40,22	
Peso tara +suelo seco	(g)	26,62	24,48	28,80	38,92	
Peso de tara	(g)	12,89	12,46	24,15	34,67	
Peso suelo seco	(g)	13,73	12,02	4,65	4,25	
Peso de agua	(g)	8,44	8,06	1,43	1,30	
Humedad %		61,47	67,05	30,75	30,59	
		Limite Liquido	**65,46**	**Limite Plástico**	**30,67**	

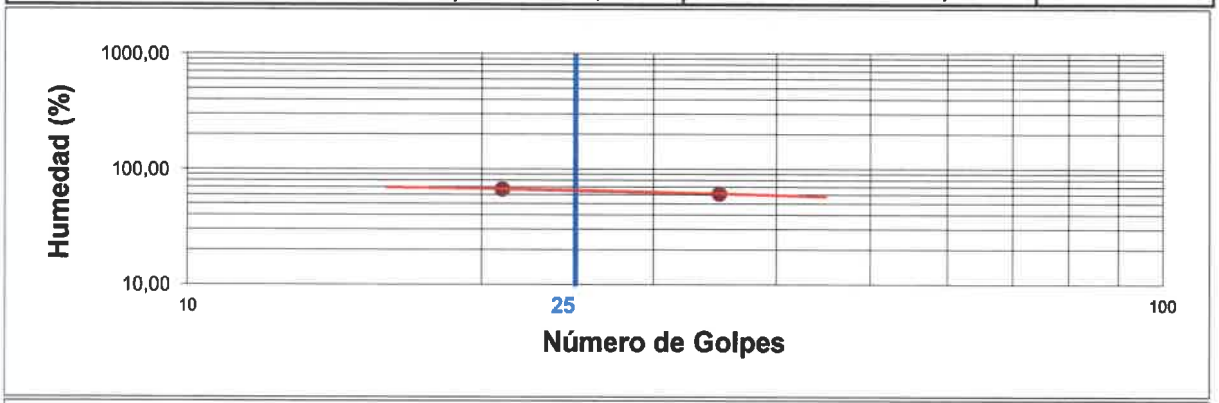
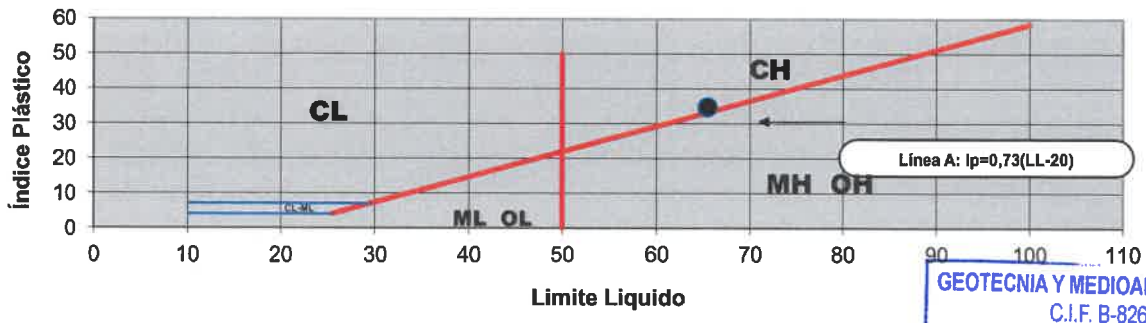


Diagrama de Casagrande



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE ... S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64

Limite Liquido:	**65,46**	**% pasa T 0,08**	**99,65**	**Clasificación USCS**
Limite Plástico:	**30,67**	**% reten. T-2**	**0,12**	**CH**
Índice Plástico:	**34,79**	**% reten. T-5**	**0,00**	**Arcilla de alta plasticidad**

GMD Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 7
Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)
Provincia: Madrid **Fecha:** 20/08/19

Limites de Atterberg

Designación: LL UNE 103-103
LP UNE 103-104

Muestra S1; M3
Profundidad: 9,10-9,40
Muestra(tipo) Testigo

LL	52,95
LP	28,34
IP	24,60

Descripción		Limite Liquido 1	Limite Liquido 2	Limite Plástico 1	Limite Plástico 2	Observaciones
Tara/recipiente		43	69	40	24	
No de golpes		26	18			
Peso tara+suelo húmedo	(g)	32,69	34,58	30,62	40,22	
Peso tara +suelo seco	(g)	25,66	26,66	29,22	39,00	
Peso de tara	(g)	12,22	12,87	24,31	34,67	
Peso suelo seco	(g)	13,44	13,79	4,91	4,33	
Peso de agua	(g)	7,03	7,92	1,40	1,22	
Humedad %		52,31	57,43	28,51	28,18	
		Limite Liquido	52,95	Limite Plástico	28,34	

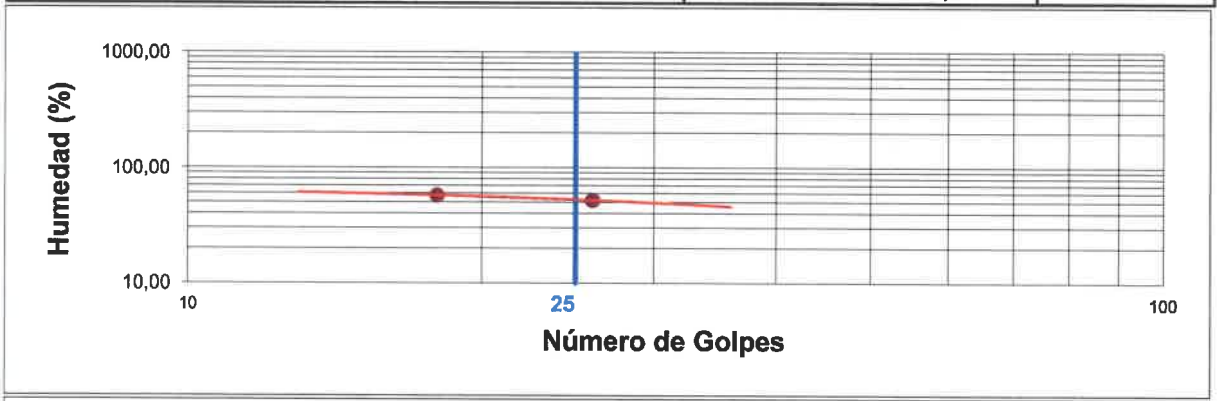
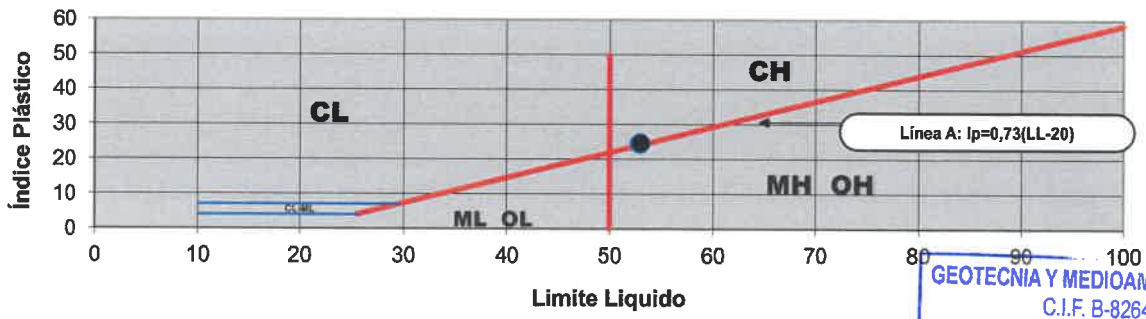


Diagrama de Casagrande



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 84

Limite Liquido:	52,95	% pasa T 0,08	52,68	Clasificación USCS
Limite Plástico:	28,34	% reten. T-2	31,80	MH
Índice Plástico:	24,60	% reten. T-5	19,85	Limo de alta plasticidad

Det. Cuantitativa del contenido de sulfatos solubles de un suelo

Designación: UNE 83963:2008

mg de SO_4^{-2}	1598

Muestra S1; M1
Profundidad: 3,60-3,90
Muestra(tipo) Testigo

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Peso de suelo	(g)	50,01400	50,01630			
Peso de suelo	(kg)	5,00140E-02	5,00163E-02			
Crisol	(g)	27,4349	25,3454			
Crisol+precipitado	(g)	27,6112	25,5574			
Precipitado de $BaSO_4$	(g)	0,17630	0,21200			
Precipitado de $BaSO_4$	(mg)	176,30000	212,00000			
mg de SO_4^{-2} /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	1450,8953	1744,6153			
Promedio	(mg/kg suelo)	1598		2000-3000	3000-12000	> 12000

mg de SO_4^{-2}	3467

Muestra S1; M3
Profundidad: 9,10-9,40
Muestra(tipo) Testigo

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Peso de suelo	(g)	50,04570	50,03370			
Peso de suelo	(kg)	5,00457E-02	5,00337E-02			
Crisol	(g)	25,6084	25,8021			
Crisol+precipitado	(g)	26,0523	26,2012			
Precipitado de $BaSO_4$	(g)	0,44390	0,39910			
Precipitado de $BaSO_4$	(mg)	443,90000	399,10000			
mg de SO_4^{-2} /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	3650,8479	3283,1783			
Promedio	(mg/kg suelo)	3467		2000-3000	3000-12000	> 12000

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64

GMD Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 9
Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)
Provincia: Madrid **Fecha:** 20/08/19

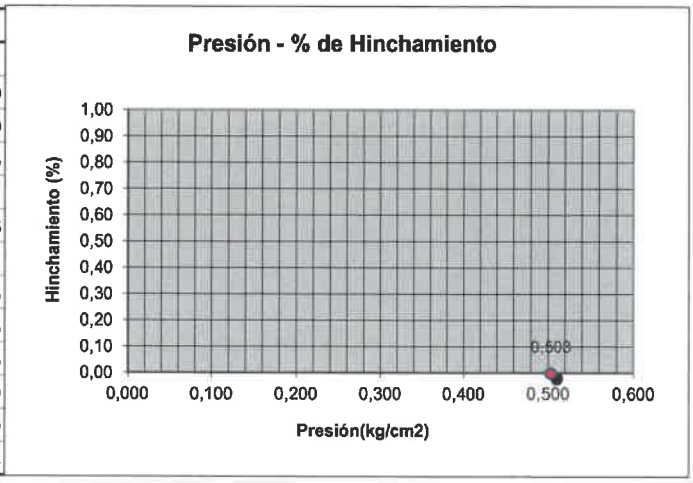
Presión de hinchamiento en Edómetro

Designación: UNE 103-602

Sondeo/Calicata/otros	**S1; M1**	Humedad nat.	% p/T-0,08	**Presión de hinch.(kg/cm:**	**0,503**
Profundidad(m):	**3,60-3,90**	LL	% p/T-5	**Hinchamiento libre %**	
Tipo de muestra:	**Testigo**	LP	USCS		

Datos de la muestra ensayada:

Descripción	Unidades	
Molde		X
Diámetro del molde	(mm)	50,30
Altura del molde	(mm)	19,60
Area del molde	(mm^2)	1987,13
Volumen del molde	(mm^3)	38947,71
Peso del molde	(gr)	83,06
Peso de muestra + molde antes ensayo	(gr)	153,52
Peso de muestra después del ensayo	(gr)	159,08
Peso seco de la muestra	(gr)	143,98
Humedad inicial	(%)	15,66
Humedad final	(%)	24,79
Densidad húmeda	(gr/cm^3)	1,809
Densidad seca	(gr/cm^3)	1,564



Periodo de carga				Periodo de descarga						
Fecha/hora	Peso en el Colgadero	Fuerza s/muestra	Presión Ejercido	Fecha/hora	Presión	(kg/cm2)	Fuerza (kg)	Pesa en colgadero	Lectura comparador	Porcentaje Hinchamien.
19-7-19 13:13	0,10	1,00	0,050							
13:14	0,50	5,00	0,252	19-8-19 15:27	Ph	0,503	10,00	1,0	0,000	0,00
13:23	0,80	8,00	0,403							
13:24	1,00	10,00	0,503							
13:39	1,00	10,00	0,503							
13:55	1,00	10,00	0,503							
19-8-19 15:27	1,00	10,00	0,503							

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64

Observaciones.-

Geotécnia y Medioambiente 2000, S.L.

GMD

Estudios Geotécnicos
y Control de Materiales

C/Adelfa, 11; Pol.Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes
hppt//. www.geotecnia.org
e-mail: gmd@geotecnia.org
Teléfono:914920220
Fax: 916972964

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Código de entrada: G-18538-19 **Pagina:** 10
Dirección: Avenida del Monte c/v calle Tomillo (Loeches)
Provincia: Madrid **Fecha:** 20/8/19

Este anejo de resultados de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos consta de 10 hojas (incluida esta página) numeradas de 1 al 10 y selladas.

Este Anejo no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito de **GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.**

Este Anejo de Ensayos no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Este Anejo de Ensayos sólo afecta a las muestras sometidas al ensayo.

Fecha: 20/8/19

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-92644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF. 91 492 02 20
FAX. 91 897 23 64

Fdo.: Alfredo Comendador Colorado
DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo.: Margarita Arroyo Zamarrón
JEFE LABORATORIO ÁREA GTL

Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

ANEJO Nº5.- FOTOGRAFÍAS DE TRABAJOS DE CAMPO

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org



Ensayo de penetración dinámica P1



Sondeo mecánico S1

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

BIBLIOGRAFÍA

gmd@geotecnia.org
914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

BIBLIOGRAFIA

AENOR, (2001). EDIFICACIÓN. PARTICIONES. Manual de Normas UNE-EN., Ed. AENOR, abril - Madrid.

AENOR, (1999). GEOTECNIA: *Ensayos de Campo y de Laboratorio*. Ed. AENOR, Madrid.

AENOR, (1999). GEOTECNIA: *Hormigón Estructural*. Tomo 3. Ed. AENOR, Madrid.

AENOR, (1999). EUROCÓDIGO 7. PROYECTO GEOTÉCNICO, PARTE 1, 2 y 3: REGLAS GENERALES. ENSAYOS DE LABORATORIO. ENSAYOS "IN SITU". Ed. AENOR, Madrid.

CTE (2006), Código Técnico de la Edificación, Partes I y II. Ministerio de Vivienda.

EHE-08 INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL Y RC-08 INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS.

BUSTILLO, M. R. & otros, (2001). MANUAL DE SONDEOS. Aplicaciones. Madrid.

CALAVERA, J., (2000). CALCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIONES. 4ª Edición, Ed. INFOPRINT S.A., Madrid.

CASSAN, M., (1982). LOS ENSAYOS IN SITU EN LA MECANICA DEL SUELO. Su ejecución y aplicación. TOMO I. Ed. Técnicos Asociados, S.A. Barcelona.

DELGADO, M. V., (1999). INGENIERIA DE CIMENTACIONES. Fundamentos e Introducción al Análisis Geotécnico. 2ª Edición. Alfaomega. México - DF.

JIMENEZ SALAS, J. E.; DE JUSTO ALPAÑES, J. L. & SERRANO GONZALEZ, A. A., (1981). GEOTECNIA Y CIMIENTOS I, II y III: *Mecánica del Suelo y de las Rocas.* 2ª Edición, Ed. Rueda, Madrid.

LOPEZ MARINAS, J. M., (2000). GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERIA CIVIL. Ed. CIE Inversiones. Madrid.

RODRÍGUEZ ORTIZ, J. M.; SERRA GESTA, J. & OTEO MAZO, C., (1982). CURSO APLICADO DE CIMENTACIONES. Ed. GRAFICINCO. MADRID.

TERZAGHI, K. & PECK, R. B., (1976). MECANICA DEL SUELO EN LA INGENIERIA PRÁCTICA. Ed. Ateneo, 2ª edición. Barcelona.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA, serie cartográfica a diferentes escalas elaborada por el Instituto Tecnológico Geominero de España (incluido en Anexos como Mapa Geológico Regional).