

**FUNDACIÓN PARQUE CIENTIFICO**

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA**

Estudio Geotécnico para la construcción del  
Edificio M-5 I + D en el Parque Científico de  
Villamayor (Salamanca).

**OBRA nº 2565**

**INDICE**

1.- INTRODUCCION.

2.- TRABAJOS REALIZADOS.

2.1. Trabajos de campo.

2.1.1. Sondeos.

2.1.2. Ensayos Standard.

2.1.3. Toma de muestras.

2.1.4. Penetraciones dinámicas Borros.

2.2. Ensayos de laboratorio.

2.2.1. Descripción del material.

2.2.2. Límites de Atterberg.

2.2.3. Granulometrías.

2.2.4. Densidad, humedad, porosidad y grado de saturación.

2.2.5. Corte Directo.

2.2.6. Sulfatos. Agresividad.

3.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO.

3.1. Corte litológico y resumen de parámetros geotécnicos.

3.2. Capacidad portante y deformabilidad.

3.3. Nivel freático.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACION.

**ANEXOS**

2565/01	Plano con situación de las labores realizadas.
2565/02-04	Cortes litológicos de los sondeos.
2565/05-10	Ensayos de penetración dinámica continua.
2565/14	Cuadro general de ensayos de laboratorio.
2565/15-17	Granulometrías.
2565/18-20	Límites de Atterberg.
2565/21-26	Corte Directo.
2565/27	Contenido en sulfatos.
s/n	Fotografías.

## **1.- INTRODUCCION.**

GEONOC S.A., ha realizado por encargo de la Fundación Parque Científico Universidad de Salamanca, un estudio geotécnico de un solar en el que se tiene en proyecto la construcción del edificio **M-5** Investigación y Desarrollo (**I + D**) en el futuro Parque Científico de Villamayor (Salamanca).

El solar estudiado se encuentra entre las calles de "Santibáñez del Río" y "Adaja" en Villamayor (Salamanca), y presenta una superficie de 2.800 metros cuadrados.

El objeto del presente estudio es la determinación de las características físico-resistentes del suelo que servirá de apoyo a las cimentaciones que se proyectan y que condicionan las soluciones óptimas de cimentación, que se recogen en la presente memoria técnica.

## **2.- TRABAJOS REALIZADOS.**

De acuerdo con el programa previsto, el examen y reconocimiento del subsuelo se ha realizado mediante sondeos mecánicos con extracción de testigo continuo, toma de muestras inalteradas, ensayos SPT en el interior de los sondeos, ensayos de penetración dinámica a rechazo tipo Borro, etc.

Sobre las muestras extraídas se han realizado una serie de ensayos en TEP S.L. Laboratorio Acreditado en el área de Geotecnia por la Comunidad de Madrid.

## 2.1. Trabajos de Campo.

### 2.1.1. Sondeos.

Se han llevado a cabo 3 sondeos por el sistema de rotación con extracción de testigo continuo y de 101 mm de diámetro. La situación de los sondeos realizados figura en el plano general de situación (Figura 2565/01 de los Anexos).

Las profundidades alcanzadas han sido las siguientes:

<u>Sondeo n°</u>	<u>Profundidad (m.)</u>
1	10.50
2	10.50
3	10.50

Después de la observación detallada del testigo continuo, se han preparado los correspondientes cortes litológicos de los sondeos, que figuran en los gráficos 2565/02-04. En dichos gráficos se incluyen el tipo de perforación, capas atravesadas, espesor y descripción de las mismas, ensayos Standard y otros datos complementarios.

### 2.1.2. Ensayos Standard.

Se han llevado a cabo 15 ensayos Standard en el interior de los sondeos. Este ensayo da una medida de la compacidad del suelo y consiste en introducir la cuchara

Standard 30 cm. en el terreno mediante el golpeo de una maza de 63,5 Kg. que cae libremente desde una altura de 76 cm. Para realizar este ensayo se efectúa primeramente una limpieza del sondeo y se realiza una penetración de 15 cm. que no se contabiliza por estimar que el suelo puede estar alterado como consecuencia de la perforación. Se inicia entonces el ensayo de penetración propiamente dicho que permite a su vez la extracción de una muestra representativa del suelo. En las gravas el ensayo se ha realizado con puntaza ciega.

En los gráficos 2565/02-04 figuran los golpes obtenidos. Se ha considerado rechazo cuando el golpeo supera los 50 golpes para los 30 cm. de penetración. Como puede observarse la capa superficial de arenas presenta una compacidad baja (N=6-7). Por debajo, la capa de gravas arenosas presenta en general una compacidad de alta a media-alta (N=15-41). Por último, el nivel más profundo de arenas limosas con intercalaciones rocosas presenta una compacidad muy alta (N=Rechazo).

### 2.1.3. Toma de Muestras.

La elevada compacidad del nivel profundo de arenas limosas con tramos cementados ha impedido la hincada de la cuchara tomamuestras. Por este motivo se han tomado varias muestras de testigo parafinado. Las profundidades a las que se han tomado aparecen en los gráficos 2565/02-04. Con estas muestras se han realizado ensayos de identificación, de estado y de resistencia al corte.



#### 2.1.4. Penetraciones dinámicas Borros.

En la parcela se han realizado 6 ensayos de penetración dinámica tipo Borro. Este método da una idea de la resistencia del terreno y consiste en golpear una barra y medir lo que penetra en el subsuelo en función del número de golpes necesarios para hincar 20 cm. Este método se ha utilizado desde épocas remotas y es de gran importancia cuando se trata de averiguar la profundidad a la que un estrato resistente se encuentra por debajo de otro blando.

El ensayo Borros consiste en dejar caer una pesa de 63,5 Kg. desde una altura de 50 cm. Se cuenta el número de golpes necesarios para hacer avanzar la varilla (que lleva una punta normalizada) 20 cm. y este número recibe el nombre de "número de penetración Borros". Se obtiene así una medida prácticamente continua de la consistencia del terreno. Dado que las dimensiones transversales de la punta son mayores que las de la varilla que la empuja, el rozamiento o adhesión entre ésta y el terreno no existe o, al menos, está muy disminuido.

Los diagramas de los ensayos Borros realizados aparecen en los anexos (gráficos 2565/05-10), y se ha obtenido el rechazo (más de 150 golpes por 20 cm.) a las siguientes profundidades:

<u>Penetrómetro nº</u>	<u>Profundidad en m.</u>
1	5.20
2	4.80

<u>Penetrómetro n°</u>	<u>Profundidad en m.</u>
3	4.40
4	4.00
5	4.60
6	5.00

## 2.2. Ensayos de Laboratorio.

Dentro del conjunto de trabajos encaminados a conocer las características del terreno, los ensayos de laboratorio definen los parámetros fundamentales utilizados en el cálculo de la capacidad portante y empujes del terreno.

Con las muestras procedentes de la investigación realizada en campo se han efectuado ensayos de identificación (límites, granulometrías, .) y de estado (densidad, humedad, ...) que identifican los distintos tipos de suelos y describen el estado en que se encuentran las distintas fases que lo forman (sólida, líquida y gaseosa).

A partir de este conocimiento previo se han realizado ensayos mecánicos de resistencia al corte (corte directo) de los cuales se deducen las características geotécnicas más importantes, que intervendrán en las conclusiones de la presente memoria técnica.

El tipo y número de ensayos realizados ha sido el siguiente:



<u>ENSAYO</u>	<u>NUMERO</u>
- Límites de Atterberg.....	3
- Granulometrías por tamizado .....	3
- Humedad natural .....	3
- Densidad seca .....	3
- Corte directo.....	3
- Sulfatos (Cualitativos) .....	3

La totalidad de ensayos realizados y sus resultados figuran en el cuadro general de ensayos de laboratorio, gráfico 2565/14.

#### 2.2.1. Descripción del Material.

El subsuelo del solar estudiado consta superficialmente de una capa de rellenos, y tierra vegetal con un espesor comprendido entre 1,20 y 1,60 m. Por debajo aparece un nivel de arenas flojas. A mayor profundidad, a partir de 1,20-3,20 m aparece una capa de gravas arenosas en general compactas. A mayor profundidad, a partir de 4,50-5,00 m aparece un nivel muy duro constituido por unas arenas limosas amarillentas y anaranjadas muy compactas, con intercalaciones cementadas (Arenisca de Villamayor), y con niveles arcillosos muy duros intercalados. Este nivel de alta resistencia continúa hasta el final de los sondeos, a 10,50 m.

Durante la realización de los sondeos se ha localizado un "fuerte" nivel freático en el subsuelo del solar, estabilizándose los niveles piezométricos entre 2,20 y 2,80 m (abril de 2006).

A continuación se comentan cada uno de los ensayos y los valores obtenidos.

### 2.2.2. Límites de Atterberg.

La consistencia de un suelo cohesivo disminuye al aumentar el contenido de humedad del mismo. Los distintos contenidos de humedad correspondientes a la frontera entre los distintos estados se conocen como Límites de Atterberg. El Límite Líquido (Wl) es el contenido de la humedad que posee el suelo al pasar del estado semilíquido o viscoso al plástico, el Límite Plástico (Wp) separa los estados plástico y semisólido, y el Límite de Retracción (Ws) hace lo mismo con los estados semisólido y sólido. La diferencia de valores del Límite Líquido y el Límite Plástico es el Índice de Plasticidad (Ip).

La utilidad de los Límites de Atterberg como ensayos de identificación estriba en que, debido a la gran profusión de determinaciones ya realizadas, dan una idea de las propiedades del suelo.

Se han realizado 3 ensayos de Límite Líquido y Plástico (ver gráficos 2565/18-20) y los valores obtenidos han sido los siguientes:

- El Límite Líquido varía entre 36 y 42 %.

- El Límite Plástico toma valores comprendidos entre 25 y 28 %.
- El Índice de Plasticidad oscila entre 10 y 14 %.

A la vista de estos resultados se pueden clasificar los finos del suelo como limos de baja plasticidad (ML).

Se incluye un diagrama de plasticidad en el que se han dibujado los puntos representativos del material que pasan por el tamiz nº 40 (serie A.S.T.M.) de todas las muestras analizadas.

### 2.2.3. Granulometrías.

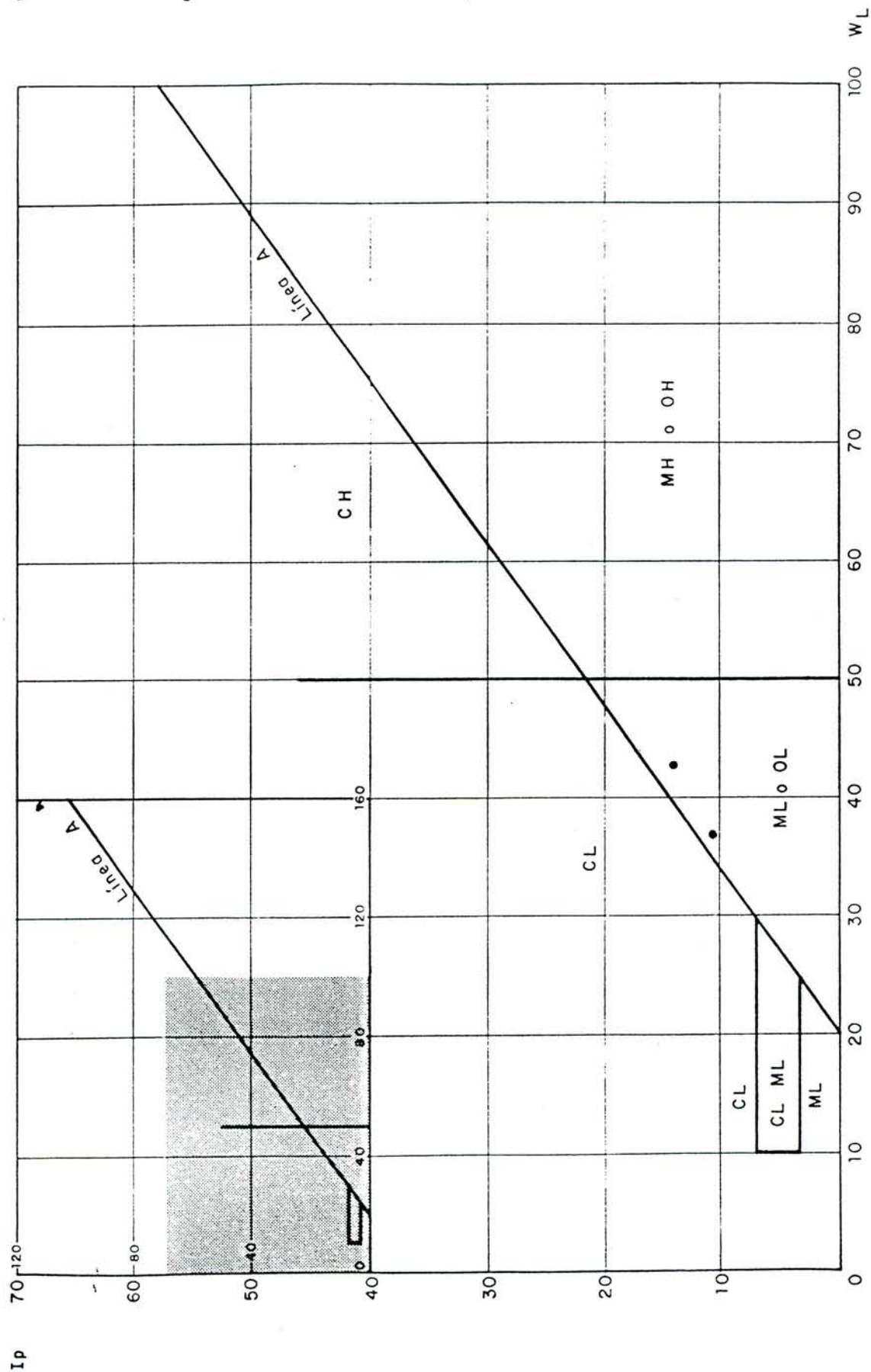
La determinación de los distintos tamaños que constituyen los materiales analizados se ha efectuado por tamizado.

La representación gráfica de los distintos tamaños de partículas se ha realizado mediante curvas acumulativas (ver gráficos 2565/15-17 en los Anexos).

Los parámetros obtenidos en las granulometrías han sido los siguientes:

<u>Sondeo nº</u>	<u>Profundidad (m)</u>	<u>Gravas (%)</u>	<u>Arenas (%)</u>	<u>Finos (%)</u>
1	6.00-6.20	01.5	80.5	18.0
2	7.00-7.20	00.3	73.9	25.8
3	6.60-6.90	00.4	66.6	33.0

Fig. 1: Diagrama de plasticidad





A la vista de estos resultados se puede observar que se trata de arenas limosas.

2.2.4. Pesos específicos, porosidad, humedad, grado de saturación.

Los valores obtenidos han sido los siguientes:

<u>Sondeo</u> <u>n°</u>	<u>Profundidad</u> <u>(m)</u>	<u>W</u> <u>(%)</u>	<u><math>\gamma</math></u> <u>(t/m<sup>3</sup>)</u>	<u><math>\gamma_d</math></u> <u>(t/m<sup>3</sup>)</u>	<u>n</u> <u>(%)</u>	<u>Sr</u> <u>(%)</u>
1	6.00-6.20	20.00	1.990	1.658	37	88
2	7.00-7.20	19.40	1.867	1.563	41	75
3	6.60-6.90	23.90	1.914	1.544	41	88

El peso específico de las partículas ( $\gamma_s$ ) se ha supuesto en general igual a 2,65 t/m<sup>3</sup> y la porosidad (n) del suelo se ha calculado según la siguiente fórmula:

$$n (\%) = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_s} \times 100$$

Como puede observarse las densidades secas toman valores de medios a altos y las muestras se encuentran subsaturadas en agua.



### 2.2.5. Corte directo.

Se han realizado 3 ensayos de corte directo rápido, sin consolidar y sin drenaje, según Norma UNE 103-401:98.

Este ensayo se realiza introduciendo en el aparato de Casagrande una muestra inalterada. Se aplica luego una tensión vertical sobre la muestra y se mide la tensión tangencial horizontal correspondiente hasta la rotura, en función del desplazamiento relativo de los dos bastidores. Este proceso se realiza con velocidad constante. En la práctica se aplican tres tensiones normales distintas con las que se obtienen las correspondientes tensiones tangenciales de rotura.

En los gráficos 2565/21-26 se representan las curvas de tensión y deformación. Se obtiene también la curva de resistencia intrínseca (C.R.I.) del material, representando las tensiones tangenciales de rotura en ordenadas y en abscisas las tensiones normales correlativas.

A partir de las C.R.I. se pueden definir los parámetros geomecánicos C (Cohesión) y  $\varphi$  (Angulo de rozamiento interno) que para el presente caso son:

<u>Sondeo nº</u>	<u>Profundidad (m)</u>	<u>C (Kg/cm<sup>2</sup>)</u>	<u><math>\varphi</math> (°)</u>
1	6.00-6.20	0.15	37
2	7.00-7.20	0.80	34
3	6.60-6.90	0.15	40

Estos valores son propios de suelos arenosos muy compactos, o semicementados, con elevados valores de ángulo de rozamiento interno.

#### 2.2.6. Sulfatos. Agresividad.

La presencia o no de sulfatos en el suelo es de gran importancia determinarla, pues los mismos son agresivos para los hormigones normales. Los ensayos realizados indican que el suelo no presenta sulfatos ("negativo") mientras que el agua presenta una concentración muy baja ( $\text{SO}_4=98 \text{ mg/l}$ ), por lo que no será necesario el empleo de cemento sulforresistente para la dosificación del hormigón de las cimentaciones y muros de contención.

### 3. CARACTERISTICAS DEL TERRENO.

#### 3.1. Corte Litológico y Resumen de Parámetros Geotécnicos.

Aunque ya se mencionaron anteriormente, se hará a continuación un comentario más detallado de las características y potencia de cada uno de los niveles que constituyen el subsuelo de la parcela; indicando además los parámetros geotécnicos asignables a los mismos. Estos parámetros se han obtenido principalmente en los trabajos de campo, laboratorio y gabinete; y además por referencia a la gran experiencia reconocida sobre estos materiales.

#### **"Nivel A": Nivel de rellenos y tierra vegetal floja.**

Es el primer nivel cortado por los sondeos y está formado por rellenos heterogéneos poco compactos y tierra vegetal negruzca floja.

Por su baja compacidad (reducida resistencia al corte y elevada compresibilidad) este nivel carece de interés desde el punto de vista geotécnico, debiendo en todos los casos ser rechazado como terreno de cimentación.

Con relación a los empujes sobre muros, se le pueden asignar los siguientes parámetros geotécnicos:

Densidad .....  $\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$

Angulo de rozamiento interno .....  $\phi' = 25^\circ$   
Cohesión.....  $C' = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$

**"Nivel B": Nivel de arenas flojas.**

Por debajo de la capa "A" de rellenos y tierra vegetal aparece en gran parte del solar, un nivel poco compacto constituido por una arenas con cantos dispersos. Puntualmente aparecen lentejones más limosos.

Esta capa aparece a 1,40-1,60 m de profundidad y continúa hasta 3.00-3.20 m. según las zonas. Por su baja compacidad (N=6-7 en ensayo SPT)) y por no aparecer en todo el solar, no se recomienda este nivel como terreno de cimentación.

Con relación a los empujes sobre muros, a esta capa se le pueden asignar los siguientes parámetros geotécnicos:

Densidad .....  $\gamma = 1,80-2,00 \text{ t/m}^3$   
Angulo de rozamiento interno .....  $\phi' = 28^\circ$   
Cohesión.....  $C' = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$

**"Nivel C": Nivel de gravas arenosas en general compactas.**

Por debajo de la capa "A" de rellenos y tierra vegetal en el extremo Norte del solar (sondeo 3), o bien bajo el nivel "B" de arenas flojas en el resto de la parcelal, aparece un



nivel de gravas con abundante matriz arenosa en general compactas, con niveles muy puntuales con bolos. Esta capa constituye un excelente acuífero y presenta nivel freático permanente y de un caudal relativamente importante.

Sobre este nivel compacto se podrán apoyar las cimentaciones del edificio M-5 I+D proyectado.

Aparece entre 1,20 y 3,20 m. de profundidad y continúa hasta 4,50-5,00 m. según las zonas.

A este nivel se le pueden asignar los siguientes parámetros geotécnicos:

- Granulometrías:

Pasa tamiz nº 200 ..... 8 - 25 %

Retenido tamiz nº 10 ..... 25 - 45%

- Plasticidad:..... "no plástico"

- Densidad .....  $\gamma = 2,00-2,20 \text{ T/m}^3$

- Contenido en sulfatos (suelo) ..... "negativo"

- Contenido en sulfatos (agua) .....  $\text{SO}_4=98 \text{ mg/l}$  "no agresiva"

- Golpeo en ensayo Standard (SPT) .....  $N = 15-41$

- Golpeo medio en ensayo Borro .....  $N_B = 12 - 70$

- Angulo de rozamiento interno .....  $\phi' = 32-36^\circ$

- Cohesión.....  $C' = 0,0 \text{ Kg/cm}^2$



**"Nivel D": Nivel de arenas limosas muy compactas con niveles cementados.**

Por debajo de la capa "C" de gravas arenosas compactas aparece un nivel de resistencia muy alta constituido por unas arenas limosas muy compactas de color amarillento, anaranjado o rojizo, con intercalaciones de niveles cementados rocosos (arenisca de Villamayor) y con tramos más arcillosos muy duros en profundidad.

Sobre este nivel de alta resistencia se podrían apoyar las futuras cimentaciones del edificio proyectado. Asimismo aseguraría el buen comportamiento de las cimentaciones si se apoyaran sobre el nivel superior de gravas arenosas compactas.

Aparece entre 4,50 y 5,00 m de profundidad y continúa hasta el final de los sondeos: 10.50 m.

A este nivel pertenecen los siguientes parámetros geotécnicos:

- Granulometrías:

Pasa tamiz nº 200 .....	18 - 33 %
Retenido tamiz nº 10 .....	1 - 13 %

- Plasticidad:

Límite líquido .....	$W_L = 36 - 42 \%$
Límite plástico .....	$W_P = 25 - 28 \%$
Índice de plasticidad .....	$I_p = 10 - 14 \%$

Algunas muestras son "no plásticas".

- Densidad .....  $\gamma = 1,87-2,23 \text{ T/m}^3$
- Densidad seca .....  $\gamma_d = 1,54-1,80 \text{ T/m}^3$
- Humedad .....  $w = 19 - 23 \%$
- Contenido en sulfatos (suelo) ..... "negativo"
- Golpeo en ensayo Standard (SPT) .....  $N = \text{Rechazo}$
- Angulo de rozamiento interno .....  $\varphi' = 34-40^\circ$
- Cohesión.....  $C' = 0,1-1,0 \text{ Kg/cm}^2$

### 3.2. Capacidad portante.

Ante el corte litológico descrito en la página anterior, caben dos opciones de cimentación para el edificio M-5 I+D:

1/ Como está proyectada la ejecución de un **sótano**, el edificio proyectado se podría cimentar mediante zapatas continuas según las crujías principales, que se empotren la capa de gravas arenosas compactas: "Nivel C".

La cimentación sobre este tipo de terreno plantea diversos problemas. Por un lado la notable heterogeneidad granulométrica, así como la presencia de lentejones más arenolimosos que pueden dar lugar a asientos diferenciales.

También la estimación de las propiedades mecánicas de las gravas tropieza con dificultades por el tamaño de los cantos que excluyen cualquier ensayo convencional de laboratorio.

De la observación de las excavaciones hechas se puede contar al menos con los siguientes parámetros geotécnicos:

- Angulo de rozamiento interno .....  $\varphi' = 32-36^\circ$
- Cohesión.....  $C' = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$

Con estos valores está asegurada la capacidad portante del terreno con respecto al hundimiento, por lo que la condición limitativa es de asiento. Por esta razón, y a pesar de que respecto al hundimiento la seguridad es grande, la presencia de lentejones arenolimosos que podrían dar lugar a asientos diferenciales excesivos, y por la situación del nivel freático, lleva a recomendar no sobrepasar una tensión de trabajo máxima admisible de :

$$\sigma_{\text{max. adm.}} = 1,50 \text{ Kg/cm}^2.$$

Es muy importante **impermeabilizar** convenientemente el sótano, construyendo una "losa ligera" de unión entre zapatas y unos drenajes perimetrales tras los muros de sótano.

2/ Ante la presencia de un "fuerte" nivel freático permanente en el subsuelo del solar, el edificio proyectado se podría cimentar mediante pilotaje. Sería deseable que los pilotes se empotraran no menos de 7 diámetros en las arenas limosas muy compactas con tramos cementados intercalados (Nivel D), por lo que se estima un longitud media de dichos pilotes de 8 m. Pilotes con longitud inferior a 10 diámetros se duplicarán.

La expresión general de la carga de hundimiento para un pilote es la siguiente:

$$Q_h = A_p r_p + A_f r_f$$

siendo:

$A_p$  = Area de la punta

$r_p$  = resistencia unitaria por la punta

$A_f$  = Area del fuste

$r_f$  = resistencia unitaria por el fuste

Teniendo luego la carga admisible o de trabajo:

$$Q_{adm} = Q_h / F \quad (F = \text{factor de seguridad que varía entre 2,5 y 4})$$

o bien

$$Q_{adm} = Q_f / F_1 + Q_p / F_2 \quad (F_1 = 1,5 - 2, \quad F_2 = 3 - 4)$$

La capacidad portante del pilote depende entre otras cosas de su tipo constructivo, diámetro, longitud, empotramiento, material, terreno, etc. y deberá definirse en función de consideraciones técnico económicas con la empresa que realice el pilotaje. El tipo de pilotaje deberá prever la presencia de un fuerte nivel freático en el subsuelo, la existencia de bolos dispersos en el nivel C de gravas y la existencia de tramos rocosos intercalados en el Nivel D de arenas limosas muy compactas con intercalaciones de arenisca (Villamayor). Se recomienda el empleo de pilotes encamisados, con camisa recuperable.



Al nivel D de arenas limosas muy compactas con tramos cementados se le puede asignar una resistencia por punta de  $r_p=80 \text{ Kg/cm}^2$  y una resistencia por fuste de  $r_f=1,0 \text{ Kg/cm}^2$ . El nivel C de gravas arenosas compactas colaborará por fuste:  $r_f=0,7 \text{ Kg/cm}^2$ .

Será de buena norma constructiva la realización de dos pilotes por pilar.

### 3.3. Nivel freático.

Durante la realización de los sondeos se ha localizado nivel freático permanente en el subsuelo del solar, estabilizándose los niveles piezométricos entre 2,20 y 2,80 m. de profundidad (abril de 2006). El caudal que fluía hacia las calicatas era relativamente importante.

Las excavaciones que se realicen bajo el nivel freático requerirán el bombeo del agua y entibaciones de las zanjas. Además los sótanos deberán impermeabilizarse convenientemente (ver capítulo anterior). Si se pretende realizar un vaciado importante muy por debajo del nivel freático, se podría realizar una pantalla continua empotrada convenientemente en el nivel D muy duro con tramos cementados.



#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACION.

GEONOC S.A. ha realizado un estudio geotécnico de una parcela en Villamayor (Salamanca), donde está proyectada la construcción del Edificio M 5 I + D en el Parque Científico.

A partir de lo observado en los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, se ha podido determinar el corte litológico del terreno y asignar los principales parámetros geotécnicos a las distintas capas que integran dicho corte, y que se han reflejado en la presente memoria. Se cuenta además con el estudio geotécnico general realizado en todo el solar en febrero de 2006.

El subsuelo del solar estudiado consta superficialmente de una capa de rellenos, y tierra vegetal con un espesor comprendido entre 1,20 y 1,60 m. Por debajo aparece un nivel de arenas flojas. A mayor profundidad, a partir de 1,20-3,20 m aparece una capa de gravas arenosas en general compactas. A mayor profundidad, a partir de 4,50-5,00 m aparece un nivel muy duro constituido por unas arenas limosas amarillentas y anaranjadas muy compactas, con intercalaciones cementadas (Arenisca de Villamayor), y con niveles arcillosos muy duros intercalados. Este nivel de alta resistencia continúa hasta el final de los sondeos, a 10,50 m.

Durante la realización de los sondeos se ha localizado un "fuerte" nivel freático en el subsuelo del solar, estabilizándose los niveles piezométricos entre 2,20 y 2,80 m (abril de 2006).

Las cimentaciones del edificio a construir en la parcela deberán salvar las capas más superficiales de rellenos, tierra vegetal y arenas flojas, que por su baja compacidad no se consideran aptas para recibir cargas importantes y/o permanentes. Las cimentaciones se empotraran en la capa resistente formada por las gravas arenosas en general compactas (Nivel C) o bien en la capa de arenas limosas muy compactas con intercalaciones cementadas (Nivel D).

Ante el corte litológico descrito en la página anterior, caben dos opciones de cimentación para el edificio M-5 I+D:

1/ Como está proyectado un sótano de 2 o 3 m de profundidad según las zonas, el edificio se podrá cimentar mediante zapatas continuas según las crujías principales, empotradas en el nivel de gravas arenosas.

La profundidad de cimentación oscilaría entre 1,40 y 3,40 m desde la superficie actual de la parcela. Como está proyectado un sótano, la profundidad de cimentación desde el fondo del vaciado del mismo, será muy inferior.

Las cimentaciones se podrán calcular de manera que transmitan al nivel C de gravas arenosas una tensión de trabajo máxima admisible de

$$\sigma_{\text{max. adm.}} = 1,50 \text{ Kg/cm}^2.$$

2/ Ante la presencia de un “fuerte” nivel freático permanente en el subsuelo del solar, el edificio proyectado se podría cimentar mediante pilotaje. Sería deseable que los pilotes se empotraran no menos de 7 diámetros en las arenas limosas muy compactas con tramos cementados intercalados (Nivel D), por lo que se estima un longitud media de dichos pilotes de 8 m. Pilotes con longitud inferior a 10 diámetros se duplicarán.

La capacidad portante del pilote depende entre otras cosas de su tipo constructivo, diámetro, longitud, empotramiento, material, terreno, etc. y deberá definirse en función de consideraciones técnico económicas con la empresa que realice el pilotaje. El tipo de pilotaje deberá prever la presencia de un fuerte nivel freático en el subsuelo, la existencia de bolos dispersos en el nivel C de gravas y la existencia de tramos rocosos intercalados en el Nivel D de arenas limosas muy compactas con intercalaciones de Arenisca (Villamayor). Se recomienda el empleo de pilotes encamisados, con camisa recuperable.

Será de buena norma constructiva la realización de dos pilotes por pilar.

Si se va a realizar una excavación o vaciado del solar, por debajo del nivel freático, se podría realizar una **pantalla continua** por el perímetro del edificio proyectado. Dicha pantalla se empotraría en el nivel D muy duro, con tramos cementados.

No será necesario el empleo de cemento sulforresistente en la dosificación del hormigón de las cimentaciones y muros de contención.

Las excavaciones por debajo del nivel freático requerirán el bombeo del agua y entibaciones de las zanjas. Además si las zanjas de las cimentaciones y del vaciado del sótano se realizaran después de periodos lluviosos, podrá aparecer el agua freática a menor profundidad que la obtenida en los sondeos en abril de 2006. Es muy importante **impermeabilizar** convenientemente el sótano, construyendo una "losa ligera" de unión entre zapatas y unos drenajes perimetrales tras los muros de sótano.

Debe tenerse en cuenta que las labores realizadas son reconocimientos puntuales por lo que en la correlación entre los mismos hay un cierto grado de extrapolación, sólo válido si se confirma al abrir las excavaciones destinadas a las cimentaciones.



Fdo.: JESUS NOCITO SANCHEZ

Lcdo. en C.C. Geológicas e Ing.

de la E.N.S.G. de Nancy (FRANCIA)



# **ANEXOS**



# **SONDEOS**

CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
 Estudio Geotécnico para el edificio M-5 I+D del Parque Científico en Villamayor ( Salamanca).

DESIGNACION:

CORTE DEL SONDEO

SONDEO  
N: 1

ESCALA  
1:100

TIPO PERF.	PROF. m	ESPESOR CAPAS	NIVEL FREÁTICO	MUESTRAS	CORTE	ENSAYO STANDARD	DESCRIPCION
ROTACION 101 mm	1.60	1.60	NF 2.50	MTP			0.00 - 1.60 m Rellenos y tierra vegetal negruzca.
	3.20	1.60			6	1.60 - 3.20 m Arenas flojas.	
	4.50	1.30			27	3.20 - 4.50 m Gravas arenosas compactas.	
	10.50	6.00			R	4.50 - 10.50 m Arenas limosas amarillentas y anaranjadas muy compactas, con intercalaciones cementadas (Arenisca de Villamayor) y con niveles arcillosos muy duros intercalados.	
					R		
						R	

6: GOLPEO EN ENSAYO SPT.

R: RECHAZO EN ENSAYO SPT.

MTP: MUESTRA DE TESTIGO PARAFINADA.

NIVEL FREÁTICO A 2.50 m (ABRIL/2006)

CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
 Estudio Geotécnico del edificio M-5 I+D del Parque Científico en Villamayor ( Salamanca).

DESIGNACION:

CORTE DEL SONDEO

SONDEO  
N: 2

ESCALA  
1:100

TIPO PERF.	PROF. m	ESPESOR CAPAS	NIVEL FREÁTICO	MUESTRAS	CORTE	ENSAYO STANDARD	DESCRIPCION
ROTACION 101 mm	1.40	1.40	NF 2.20	MTP			0.00 - 1.40 m Tierra vegetal y limos anaranjados flojos.
	3.00	1.60			7	1.40 - 3.00 m Arenas flojas con cantos dispersos.	
	4.60	1.60			31	3.00 - 4.60 m Gravas arenosas con bolos, compactas.	
	10.50	5.90			R	4.60 - 10.50 m Arenas limosas amarillentas y anaranjadas muy compactas, con intercalaciones cementadas (Arenisca de Villamayor) y con niveles arcillosos muy duros intercalados.	
					R		
						R	
						R	
						R	

7: GOLPEO EN ENSAYO SPT.  
 R: RECHAZO EN ENSAYO SPT.  
 MTP: MUESTRA DE TESTIGO PARAFINADA.  
 NIVEL FREÁTICO A 2.20 m (ABRIL/2006)

CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
 Estudio Geotécnico del edificio M-5 I+D del Parque Científico en Villamayor ( Salamanca).

DESIGNACION: **CORTE DEL SONDEO**

SONDEO  
N: 3

ESCALA  
1:100

TIPO PERF.	PROF. m	ESPESOR CAPAS	NIVEL FREÁTICO	MUESTRAS	CORTE	ENSAYO STANDARD	DESCRIPCION
ROTACION 101 mm	1.20	1.20	NF 2.80	MTP			0.00 - 1.20 m Rellenos y tierra vegetal.
					41	1.20 - 5.00 m Gravas arenosas en general de compacidad alta.	
	5.00	3.80			15	5.00 - 10.50 m Arenas limosas amarillentas y anaranjadas muy compactas, con intercalaciones cementadas (Arenisca de Villamayor) y con niveles arcillosos muy duros intercalados.	
	10.50	5.50			R		

41: GOLPEO EN ENSAYO SPT.

R: RECHAZO EN ENSAYO SPT.

MTP: MUESTRA DE TESTIGO PARAFINADA.

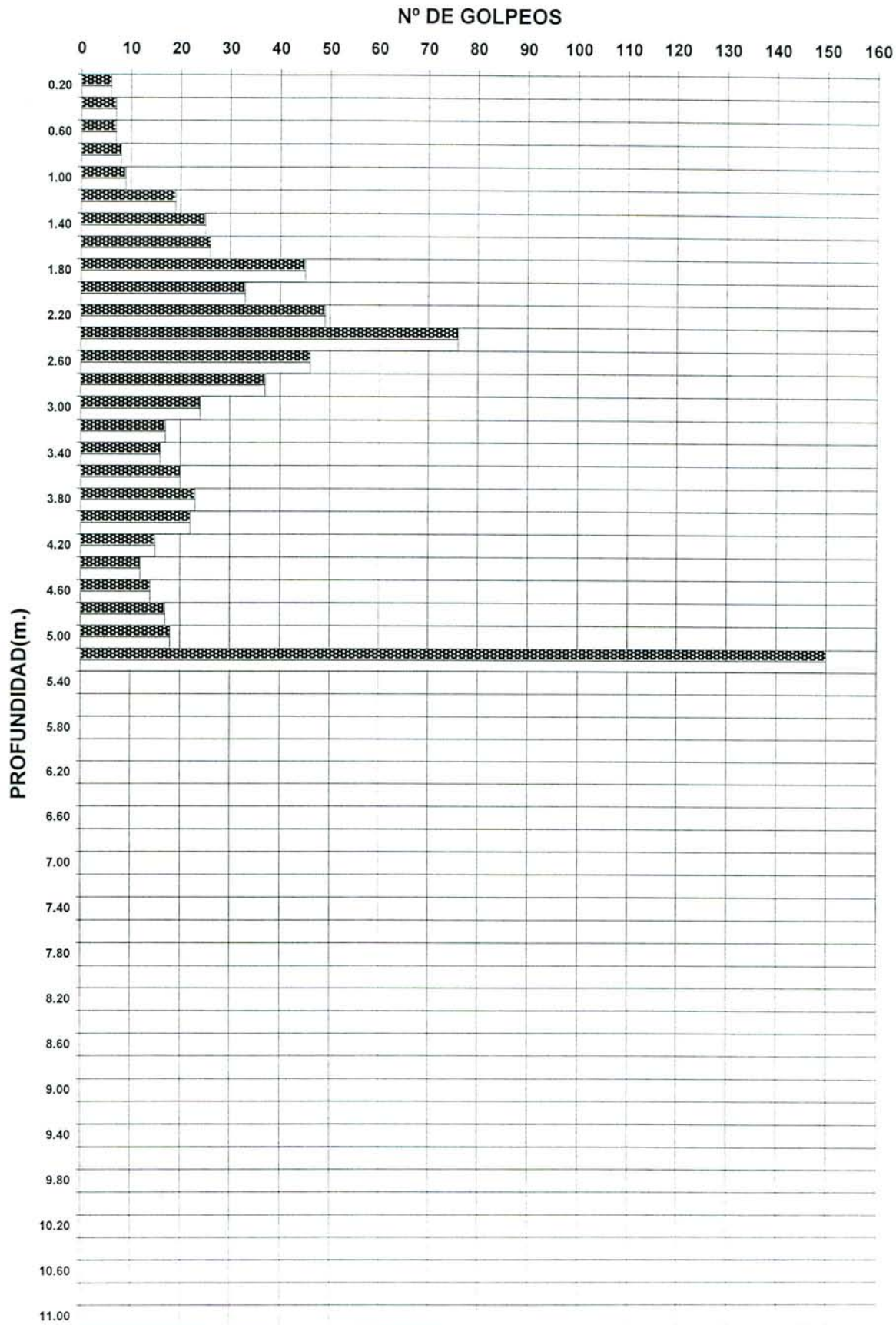
NIVEL FREÁTICO A 2.80 m (ABRIL/2006)



# **PENETRÓMETROS**

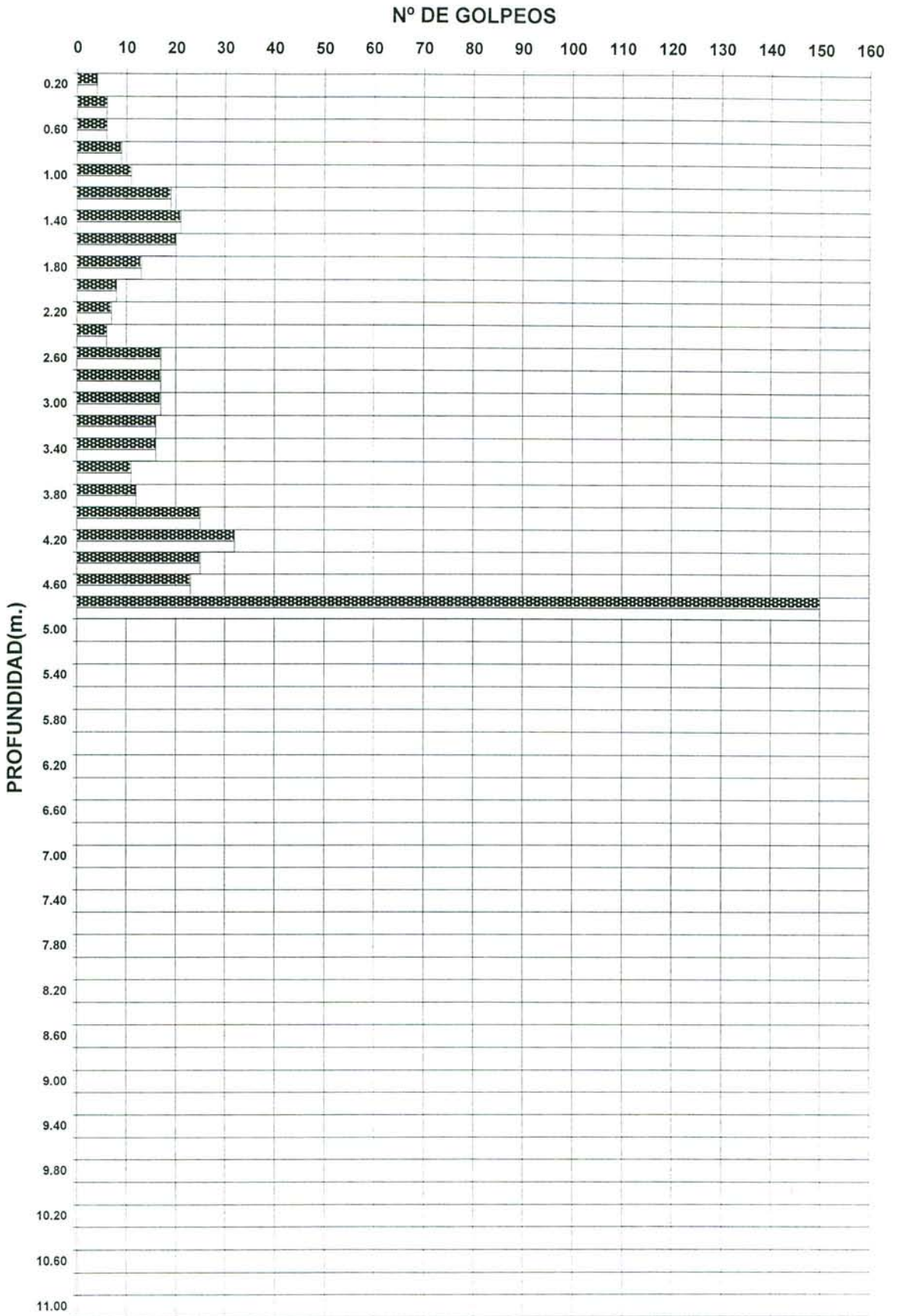


0.20	6
0.40	7
0.60	7
0.80	8
1.00	9
1.20	19
1.40	25
1.60	26
1.80	45
2.00	33
2.20	49
2.40	76
2.60	46
2.80	37
3.00	24
3.20	17
3.40	16
3.60	20
3.80	23
4.00	22
4.20	15
4.40	12
4.60	14
4.80	17
5.00	18
5.20	150
5.40	
5.60	
5.80	
6.00	
6.20	
6.40	
6.60	
6.80	
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



9.80	<b>GEONOC, S.A.</b>	<b>GRÁFICO Nº: 2565/05</b>
10.00		<b>PENETRÓMETRO Nº:1</b>
10.20	<b>CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA</b> <b>Estudio Geotécnico para el edificio M- 5 I+D del Parque Científico en Villamayor (Salamanca).</b>	<b>PESO DE MAZA:63,6Kg</b>
10.40		<b>ALTURA DE CAIDA:0,50m</b>
10.60	<b>DESIGNACIÓN: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA.</b> <b>TIPO BORRO.</b>	
10.80		
11.00		

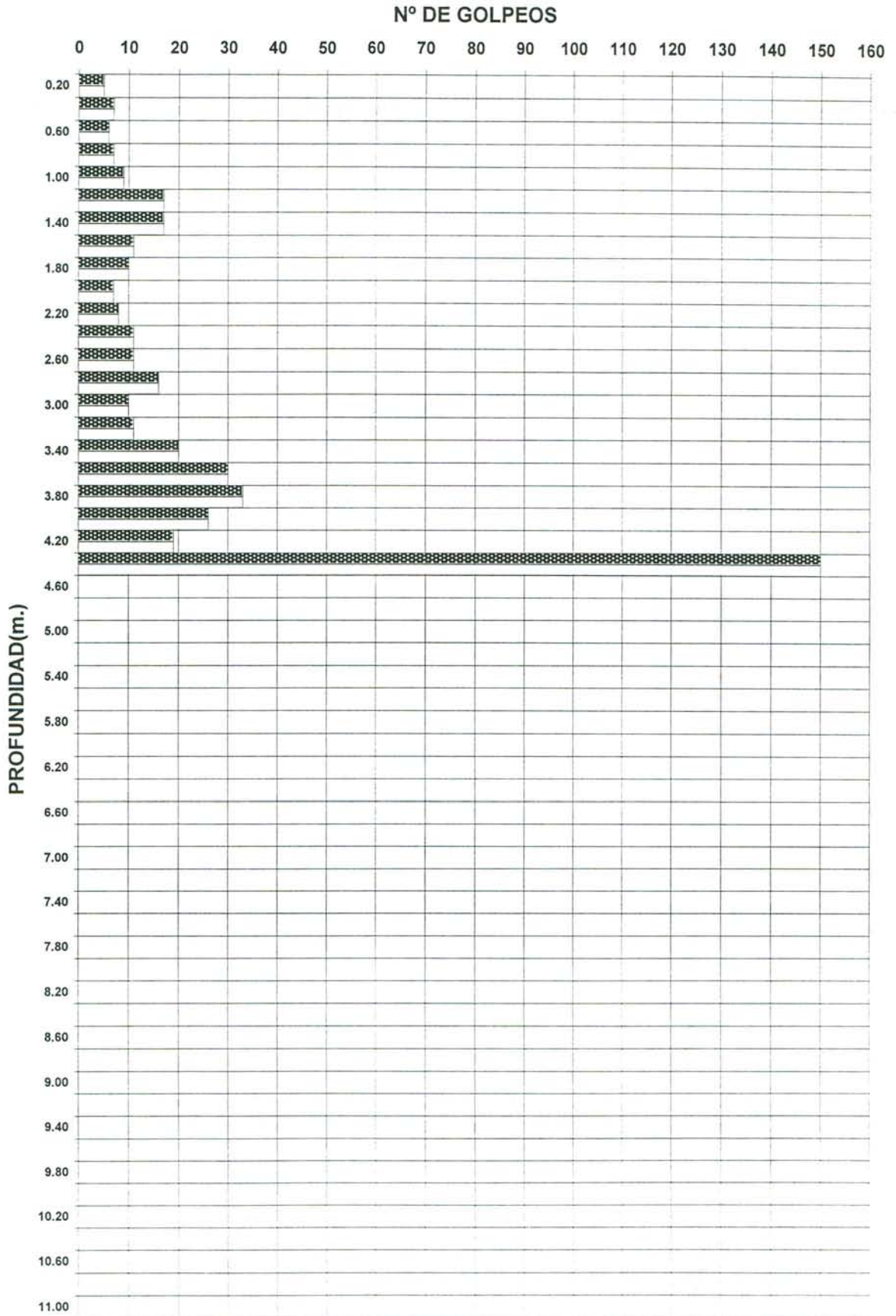
0.20	4
0.40	6
0.60	6
0.80	9
1.00	11
1.20	19
1.40	21
1.60	20
1.80	13
2.00	8
2.20	7
2.40	6
2.60	17
2.80	17
3.00	17
3.20	16
3.40	16
3.60	11
3.80	12
4.00	25
4.20	32
4.40	25
4.60	23
4.80	150
5.00	
5.20	
5.40	
5.60	
5.80	
6.00	
6.20	
6.40	
6.60	
6.80	
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



GEONOC, S.A.	GRÁFICO Nº: 2565/06
CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	PENETRÓMETRO Nº:2
Estudio Geotécnico para el edificio M- 5 I+D del Parque Científico en Villamayor (Salamanca).	PESO DE MAZA:63,6Kg
DESIGNACIÓN: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA. TIPO BORRO.	ALTURA DE CAIDA:0,50m



0.20	5
0.40	7
0.60	6
0.80	7
1.00	9
1.20	17
1.40	17
1.60	11
1.80	10
2.00	7
2.20	8
2.40	11
2.60	11
2.80	16
3.00	10
3.20	11
3.40	20
3.60	30
3.80	33
4.00	26
4.20	19
4.40	150
4.60	
4.80	
5.00	
5.20	
5.40	
5.60	
5.80	
6.00	
6.20	
6.40	
6.60	
6.80	
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



**GEONOC, S.A.**

CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
 Estudio Geotécnico para el edificio M- 5 I+D del Parque Científico en Villamayor (Salamanca).

DESIGNACIÓN: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA.  
 TIPO BORRO.

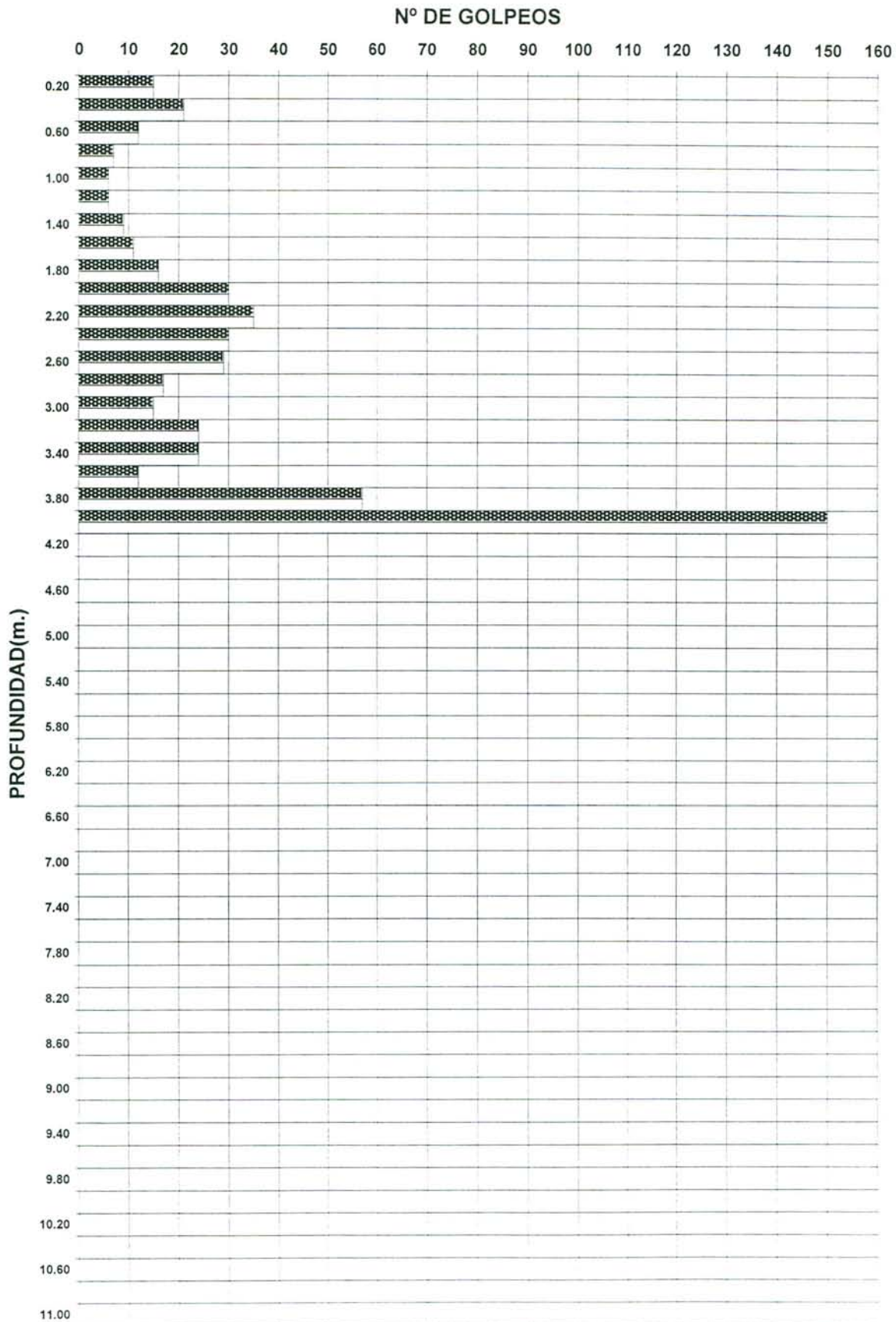
GRÁFICO Nº: 2565/07

PENETRÓMETRO Nº:3

PESO DE MAZA:63,6Kg

ALTURA DE CAIDA:0,50m

0.20	15
0.40	21
0.60	12
0.80	7
1.00	6
1.20	6
1.40	9
1.60	11
1.80	16
2.00	30
2.20	35
2.40	30
2.60	29
2.80	17
3.00	15
3.20	24
3.40	24
3.60	12
3.80	57
4.00	150
4.20	
4.40	
4.60	
4.80	
5.00	
5.20	
5.40	
5.60	
5.80	
6.00	
6.20	
6.40	
6.60	
6.80	
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



**GEONOC, S.A.**

CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
 Estudio Geotécnico para el edificio M- 5 I+D del Parque Científico en Villamayor (Salamanca).

DESIGNACIÓN: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA.  
 TIPO BORRO.

GRÁFICO Nº: 2565/08

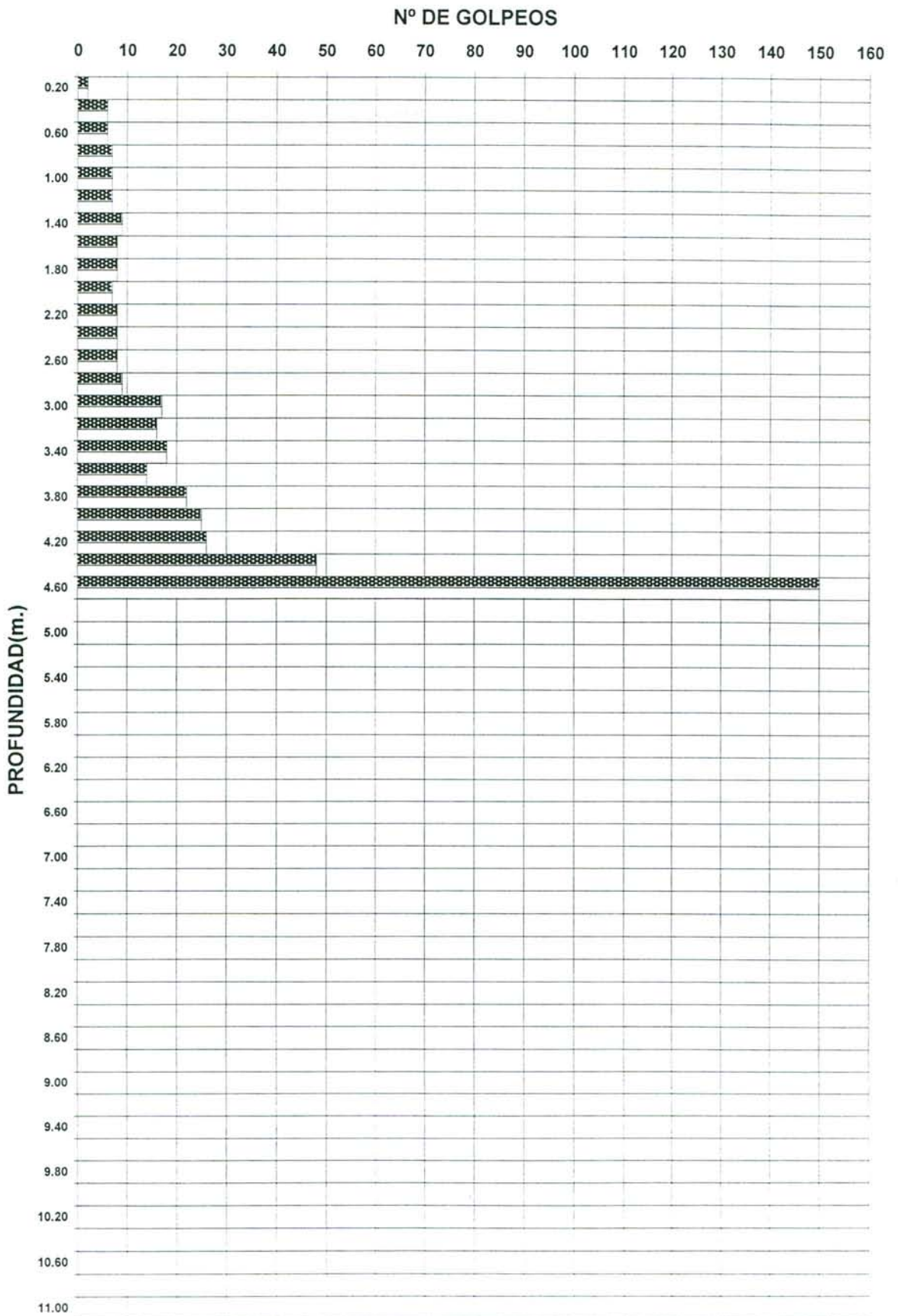
PENETRÓMETRO Nº:4

PESO DE MAZA:63,6Kg

ALTURA DE CAIDA:0,50m



0.20	2
0.40	6
0.60	6
0.80	7
1.00	7
1.20	7
1.40	9
1.60	8
1.80	8
2.00	7
2.20	8
2.40	8
2.60	8
2.80	9
3.00	17
3.20	16
3.40	18
3.60	14
3.80	22
4.00	25
4.20	26
4.40	48
4.60	150
4.80	
5.00	
5.20	
5.40	
5.60	
5.80	
6.00	
6.20	
6.40	
6.60	
6.80	
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



**GEONOC, S.A.**

CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
 Estudio Geotécnico para el edificio M- 5 I+D del Parque Científico en Villamayor (Salamanca).

DESIGNACIÓN: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA.  
 TIPO BORRO.

GRÁFICO Nº: 2565/09

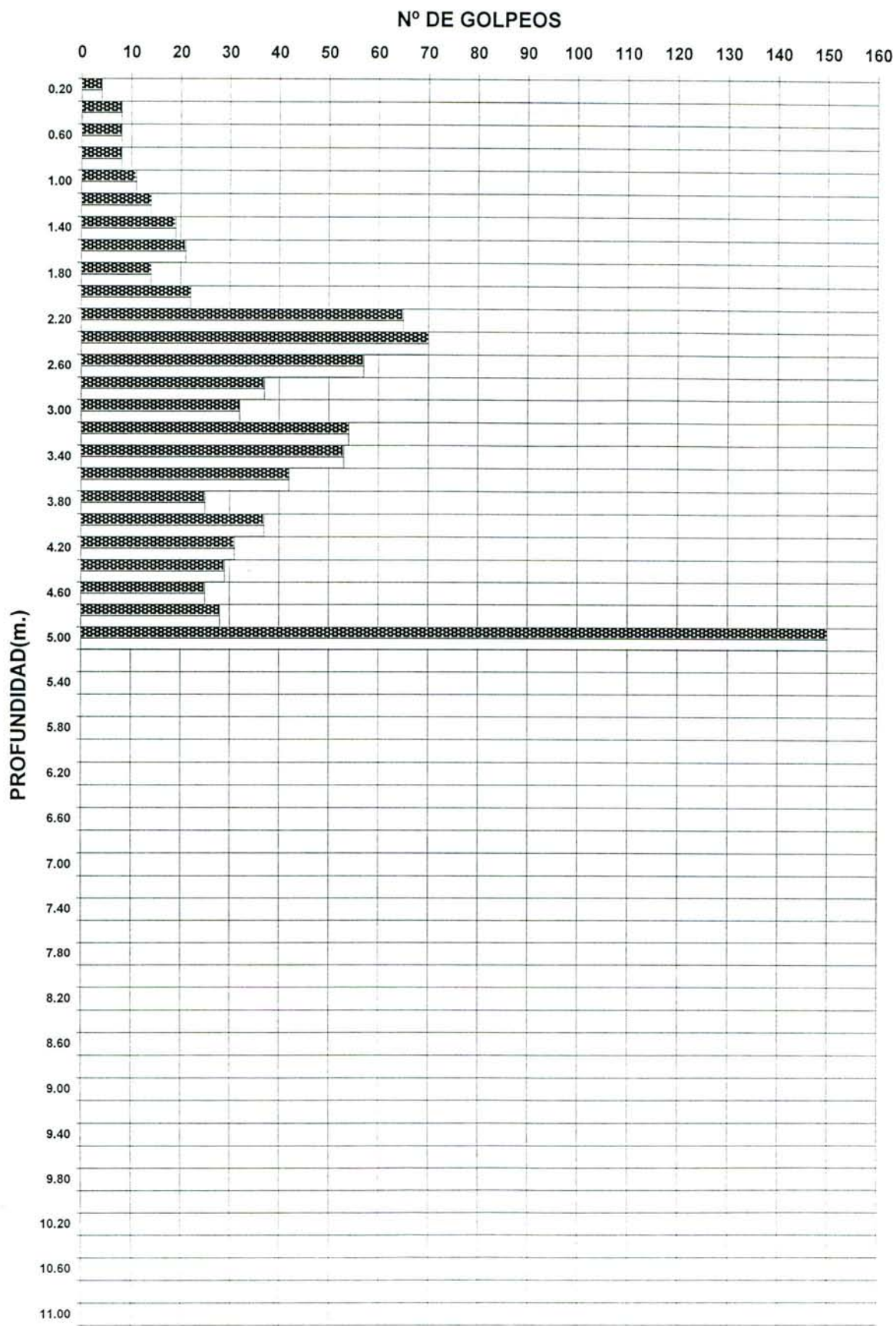
PENETRÓMETRO Nº:5

PESO DE MAZA:63,6Kg

ALTURA DE CAIDA:0,50m



0.20	4
0.40	8
0.60	8
0.80	8
1.00	11
1.20	14
1.40	19
1.60	21
1.80	14
2.00	22
2.20	65
2.40	70
2.60	57
2.80	37
3.00	32
3.20	54
3.40	53
3.60	42
3.80	25
4.00	37
4.20	31
4.40	29
4.60	25
4.80	28
5.00	150
5.20	
5.40	
5.60	
5.80	
6.00	
6.20	
6.40	
6.60	
6.80	
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



9.80	<b>GEONOC, S.A.</b>	<b>GRÁFICO Nº: 2565/10</b>
10.00		<b>CLIENTE: FUNDACIÓN PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE SALAMANCA</b>
10.20	<b>Estudio Geotécnico para el edificio M- 5 I+D del Parque Científico en Villamayor (Salamanca).</b>	<b>PENETRÓMETRO Nº:6</b>
10.40		<b>PESO DE MAZA:63,6Kg</b>
10.60	<b>DESIGNACIÓN: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA. TIPO BORRO.</b>	<b>ALTURA DE CAIDA:0,50m</b>
10.80		
11.00		

**ENSAYOS  
DE  
LABORATORIO**



**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ***RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO***

CLIENTE: **GEONOC, S.A.**

OBRA: **EDIFICIO M-5** **VILLAMAYOR (SALAMANCA)**

Nº OBRA: **2006245**

FECHA INFORME: **3 de mayo de 2006**

LABORATORIO ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA EDIFICACIÓN

### **Área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL):**

- C.2. Ensayos básicos (GTL.b)  
*Identificación y estado de suelos.*  
*Resistencia y deformación de suelos.*  
*Agresividad de aguas y suelos.*
- C.3.1. Ensayos complementarios primero (GTL.c1)  
*Resistencia y deformación de rocas.*  
*Compactaciones.*
- C.3.3. Ensayos complementarios tercero (GTL.c3)  
*Parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo Triaxial.*

*Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo establecidos en la norma de calidad UNE-EN ISO/IEC 17025:2000*

**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**



**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTECNICO**

Polígono Európolis  
Pasaje T - 11/13, 11  
28230 Las Rozas (Madrid)  
Telf. y Fax: 916 375 881  
E-mail: laboratoriotep@terra.es

**GEONOC, S.A.**

C/ Martín Iriarte, 7

28290 LAS MATAS (MADRID)

**Nº OBRA: 2006245**

**OBRA: EDIFICIO M-5 EMPRESAS. VILLAMAYOR (SALAMANCA)**

## **1. ANTECEDENTES**

El día 21 de abril de 2006 se reciben en el laboratorio Técnicas Especiales de Perforación, S.L., ubicado en el Pasaje T 11/13, nº 11 Polígono Európolis de Las Rozas, presentadas y denominadas con el nombre de la obra por el peticionario, , tres testigos parafinados de suelo.

## **2. ENSAYOS SOLICITADOS**

- 2.1. Determinación de la humedad de un suelo, según norma UNE 103-300:93
- 2.2. Determinación de la densidad de un suelo, según norma UNE 103-301:94
- 2.3. Análisis granulométrico de suelos por tamizado, según norma UNE 103-101:95
- 2.4. Determinación de los límites de Atterberg, según normas UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93
- 2.5. Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo: ensayo no consolidado y no drenado (UU), según norma UNE 103401:98.
- 2.6. Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles, según norma UNE 103-202:95

**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTECNICO**





**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
Pasaje T - 11/13, 11  
28230 Las Rozas (Madrid)  
Telf. y Fax: 916 375 881  
E-mail: [laboratoriotep@terra.es](mailto:laboratoriotep@terra.es)

### **3. ENSAYOS REALIZADOS**

**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**





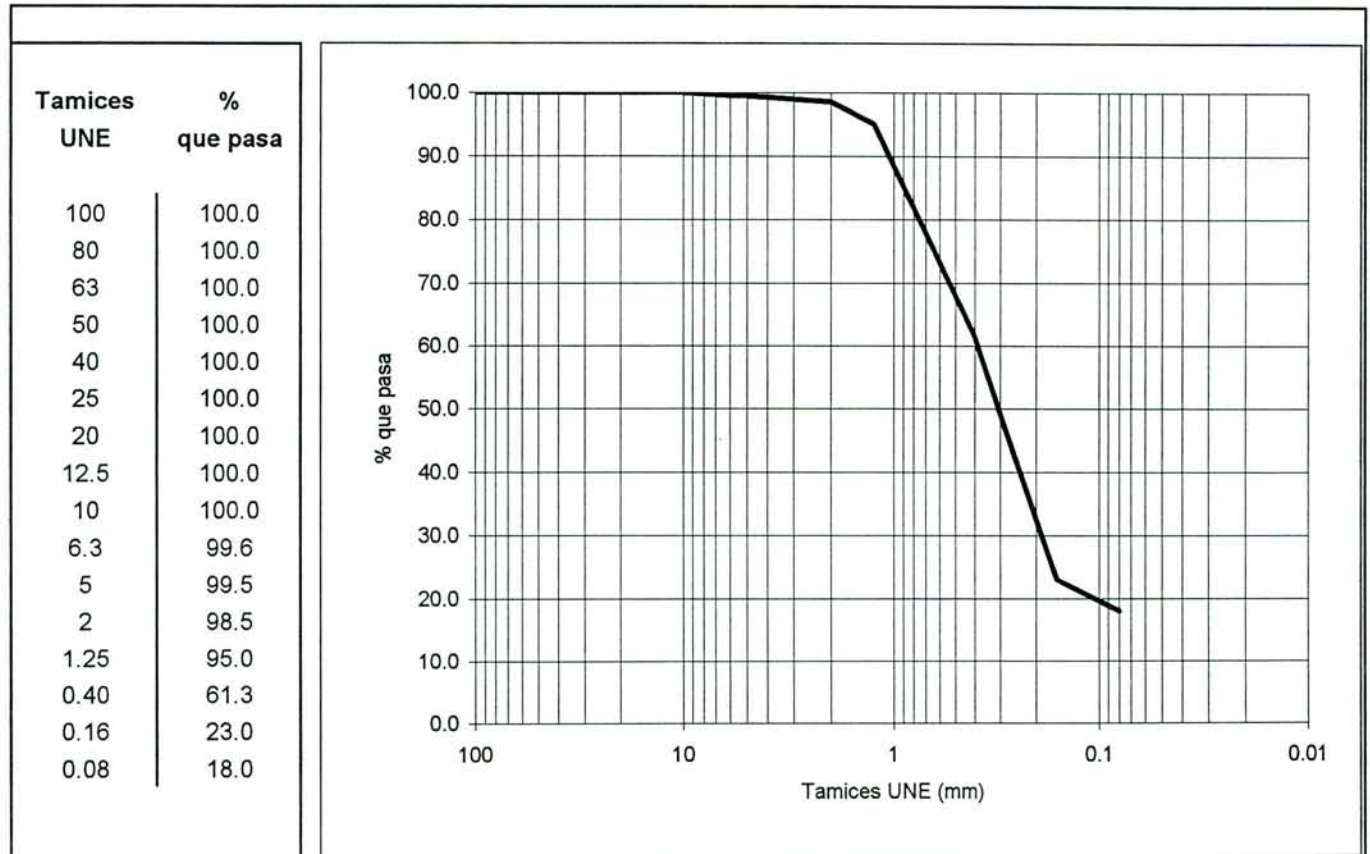
Nº Obra: **2006245**  
 Cliente: **GEONOC, S.A.**  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-1 6.00-6.20 TP  
 Fecha: 27 de abril de 2006



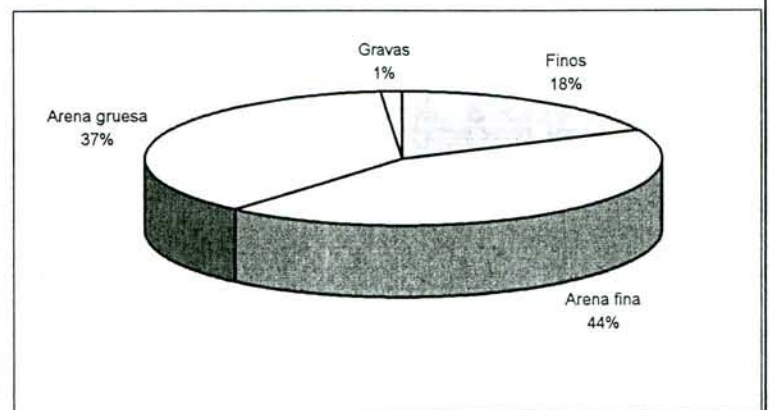
**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	18.0
Arena fina	43.4
Arena gruesa	37.2
Gravas	1.5



Observaciones: -

Formato GGT-02/01

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.



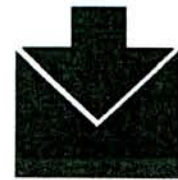
Nº Obra: **2006245**

Cliente: **GEONOC, S.A.**

Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)

Muestra: S-2 7.00-7.20 TP

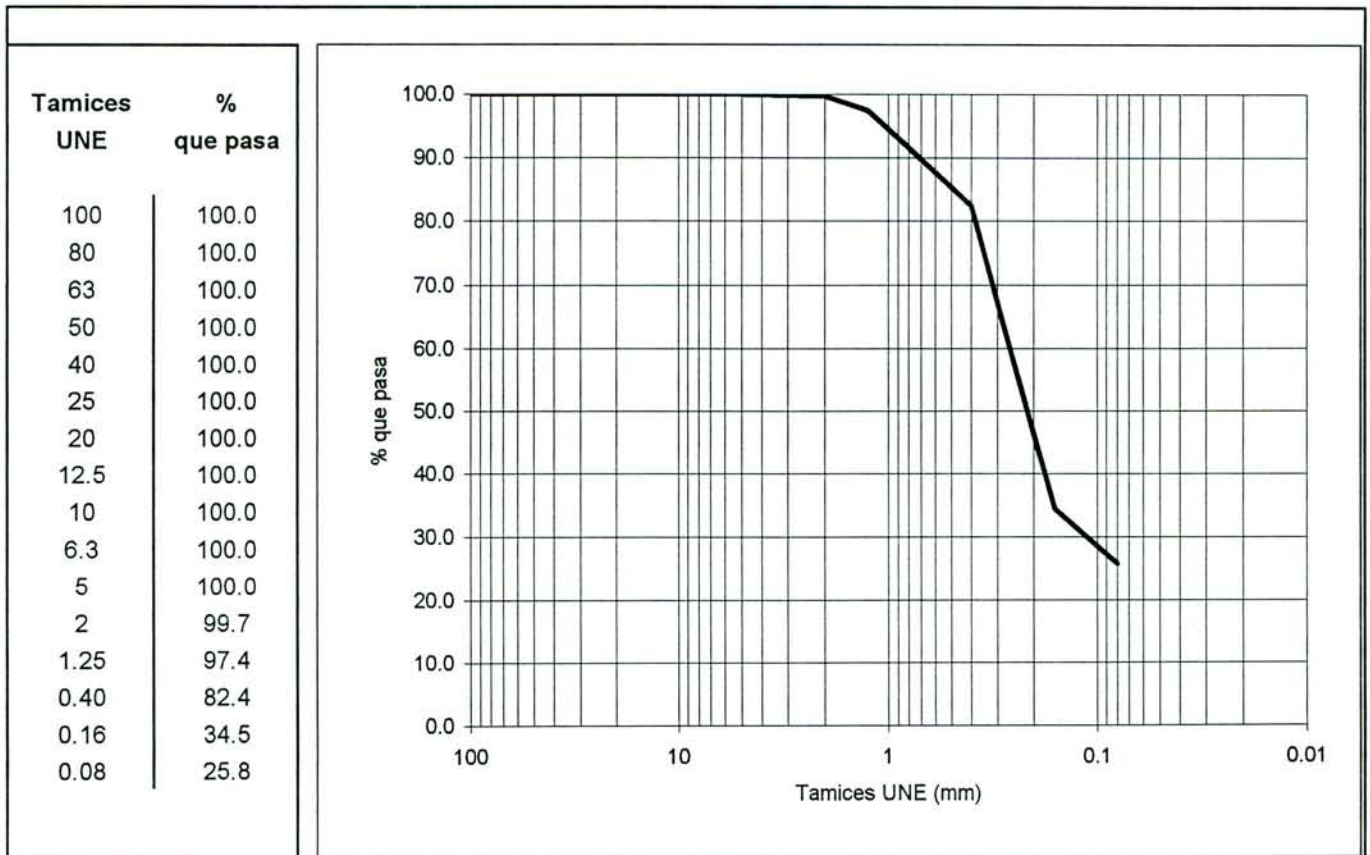
Fecha: 27 de abril de 2006



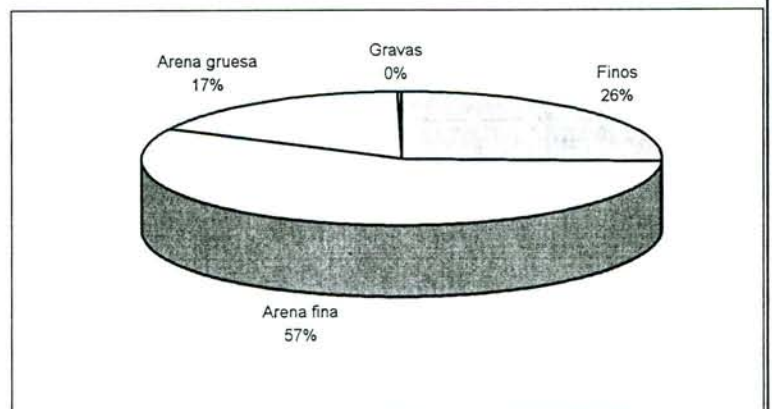
**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
Pasaje T - 11/13, 11  
28230 Las Rozas (Madrid)  
Telf. y Fax: 916 375 881  
E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	25.8
Arena fina	56.6
Arena gruesa	17.3
Gravas	0.3



Observaciones: -

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

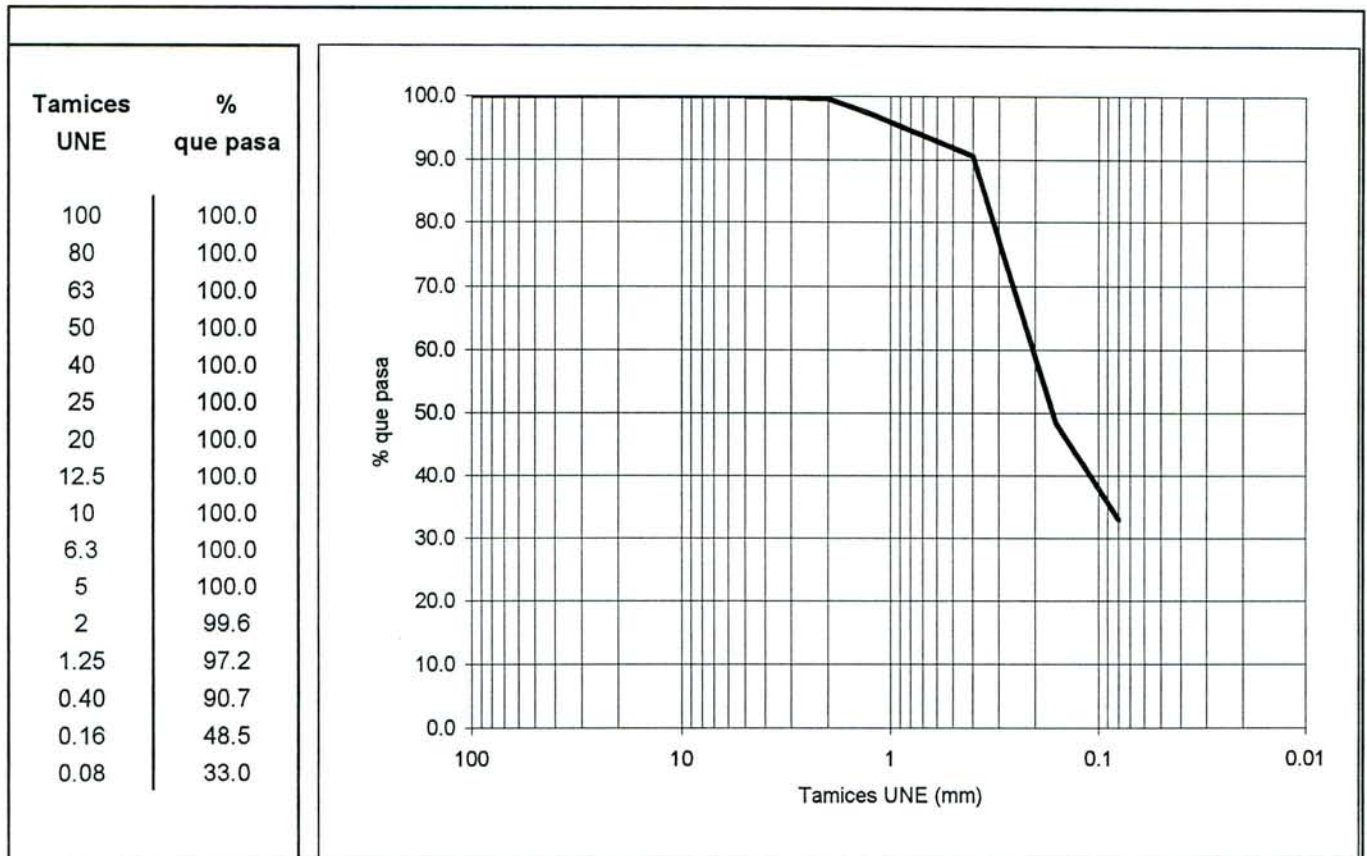
Nº Obra: **2006245**  
 Cliente: **GEONOC, S.A.**  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-3 6.60-6.90 TP  
 Fecha: 27 de abril de 2006



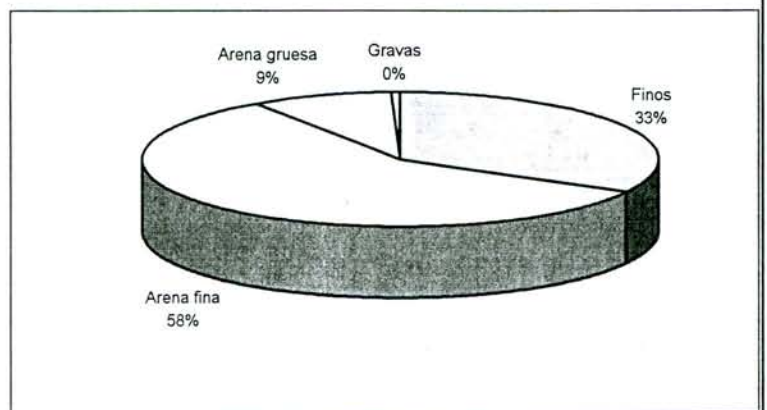
**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	33.0
Arena fina	57.7
Arena gruesa	8.9
Gravas	0.4



Observaciones: -

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**T.E.P., S.L.**  
 Formato GGT-0207

**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**



Nº Obra: **2006245**

Cliente: **GEONOC, S.A.**

Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)

Muestra: S-1 6.00-6.20 TP

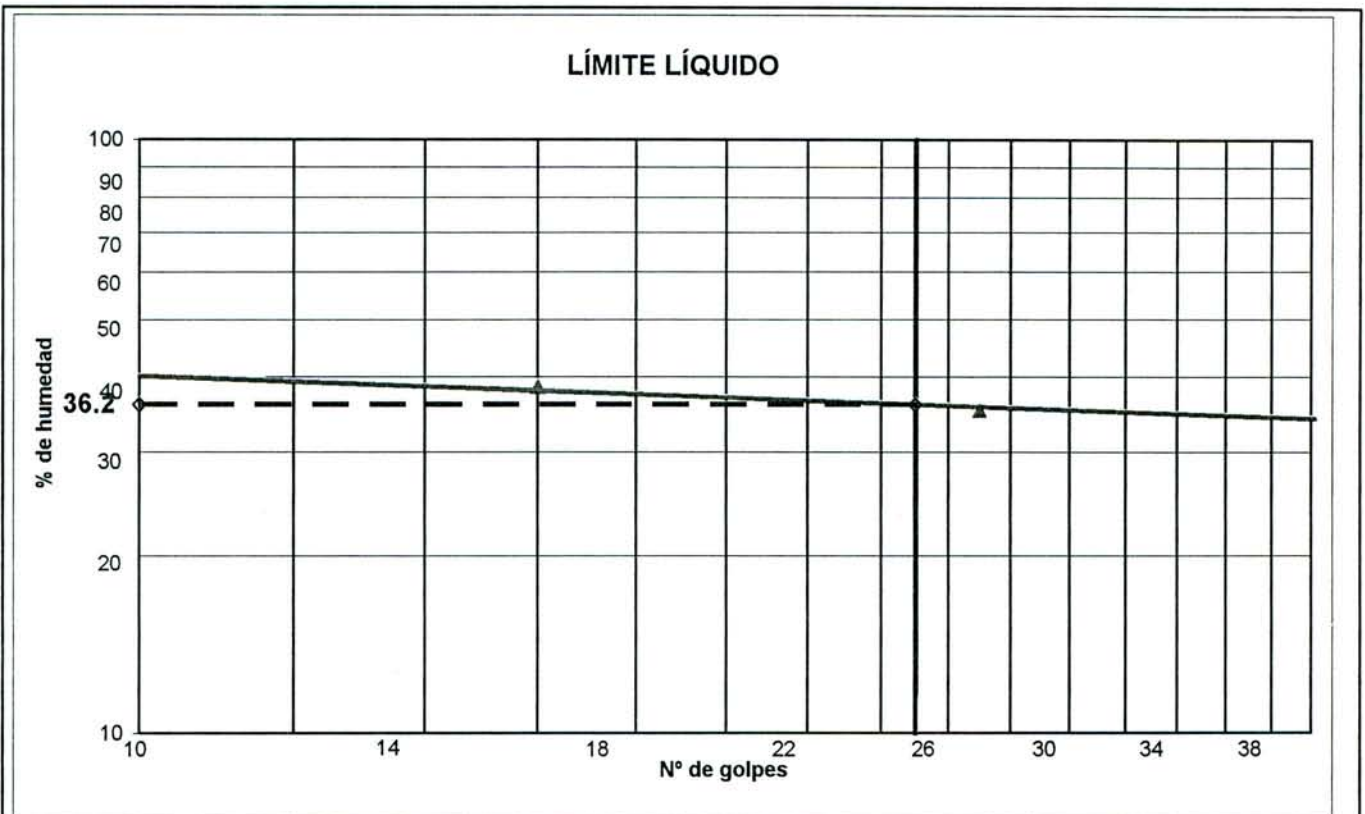
Fecha: 27 de abril de 2006



**T.E.P., S.L.**  
LABORATORIO  
GEOTÉCNICO

Polígono Európolis  
Pasaje T - 11/13, 11  
28230 Las Rozas (Madrid)  
Telf. y Fax: 916 375 881  
E-mail: laboratoriotep@terra.es

## LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93



### Determinación del límite líquido según norma UNE 103-103:94

nº de golpes:	16	27
% humedad:	38.7	35.3

### Determinación del límite plástico según norma UNE 103-104:93

% humedad: 25.6

#### RESULTADOS:

Límite líquido:	36.2
Límite plástico:	25.6
Índice de plasticidad:	10.6

Observaciones: -

Formato GLA-0201 **T.E.P., S.L.**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**LABORATORIO  
GEOTÉCNICO**

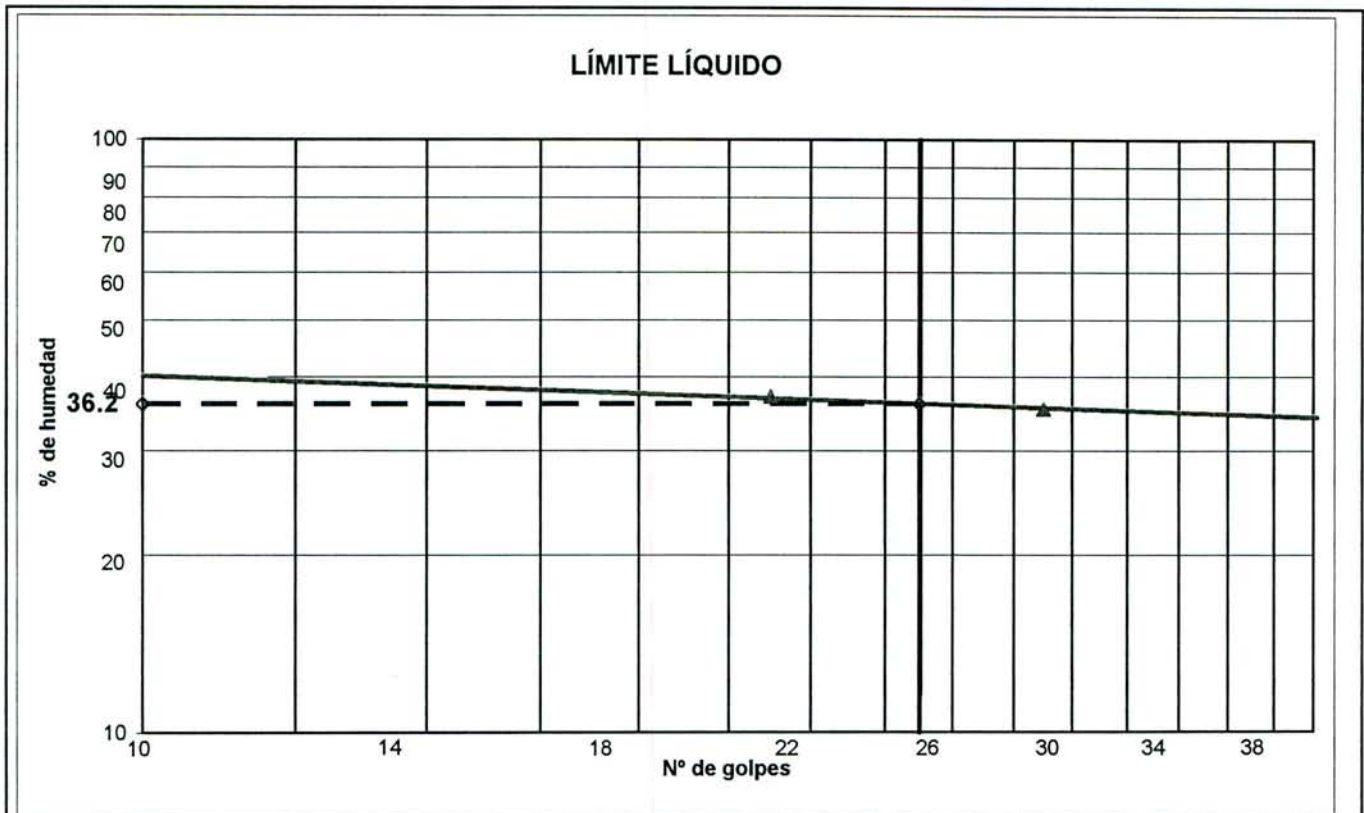
Nº Obra: **2006245**  
 Cliente: **GEONOC, S.A.**  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-2 7.00-7.20 TP  
 Fecha: 27 de abril de 2006



**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93



### Determinación del límite líquido según norma UNE 103-103:94

nº de golpes:	21	29
% humedad:	37.1	35.3

### Determinación del límite plástico según norma UNE 103-104:93

% humedad: 25.7

#### RESULTADOS:

Límite líquido:	36.2
Límite plástico:	25.7
Índice de plasticidad:	10.5

Observaciones: -

Formato GLA-02/01

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.

El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

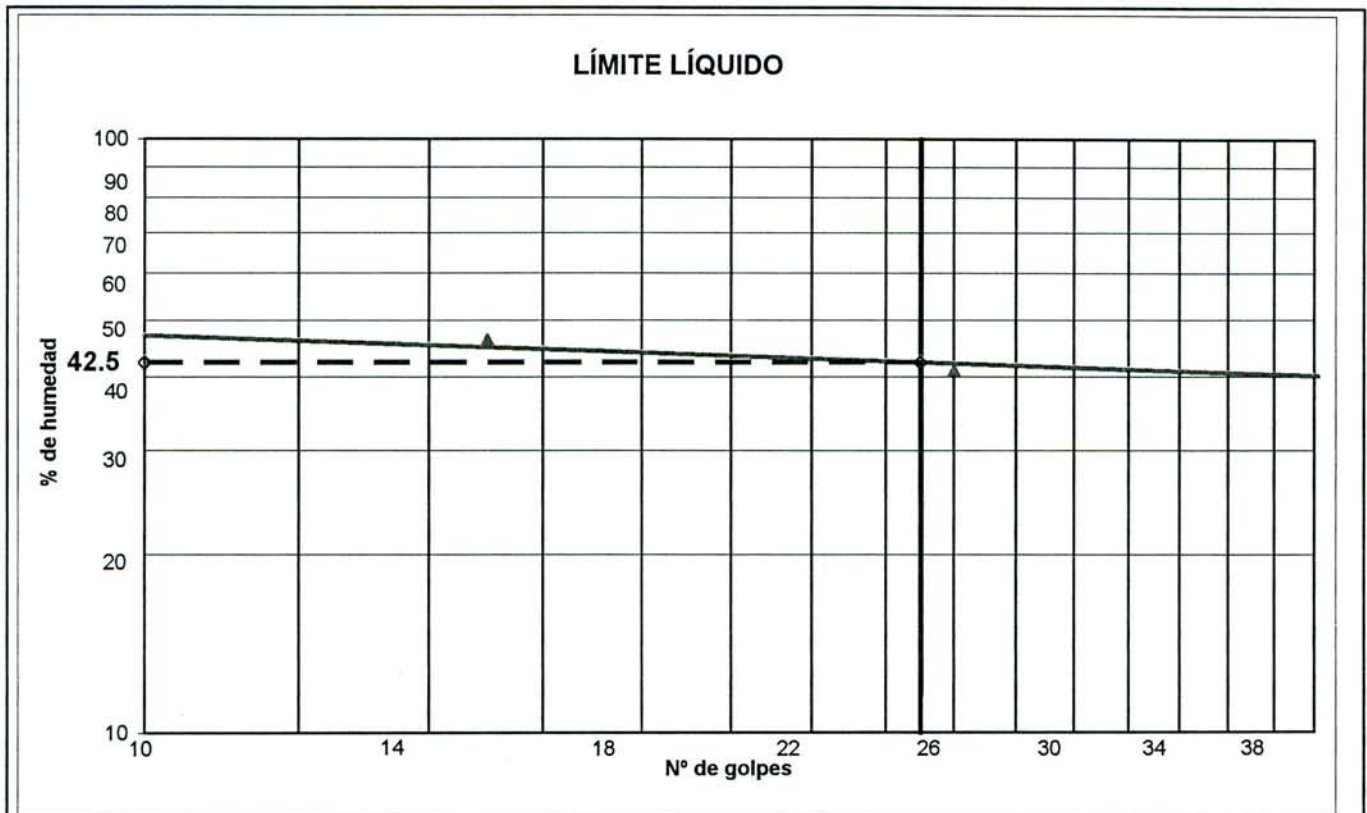
Nº Obra: 2006245  
 Cliente: GEONOC, S.A.  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-3 6.60-6.90 TP  
 Fecha: 27 de abril de 2006



**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93



### Determinación del límite líquido según norma UNE 103-103:94

nº de golpes:	15	26
% humedad:	46.4	41.1

### Determinación del límite plástico según norma UNE 103-104:93

% humedad: 28.6

#### RESULTADOS:

Límite líquido:	42.5
Límite plástico:	28.6
Índice de plasticidad:	13.9

Observaciones: -

Formato GLA-02/01

**T.E.P., S.L.**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**



Nº Obra: **2006245**  
 Cliente: **GEONOC, S.A.**  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-1 6.00-6.20 TP  
 Fecha: 28 de abril de 2006



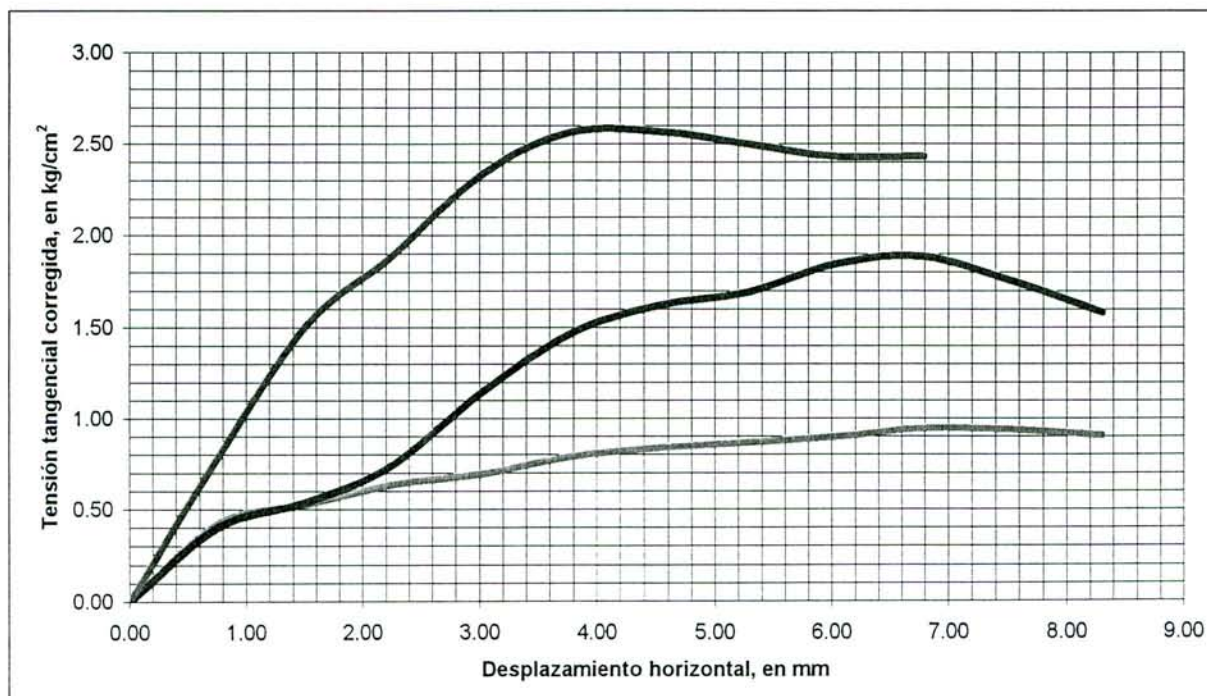
**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

Tipo de muestra: Inalterada Velocidad de rotura, en mm/min: 1.510  
 Tipo de ensayo: Ensayo no consolidado y no drenado (UU)

Número de probeta	I	II	III
Cargas verticales, en kg/cm <sup>2</sup>	1.00	2.00	3.00
Humedad inicial, en %	20.0	20.2	20.6
Humedad final, en %	19.3	19.3	20.0
Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	1.856	1.897	1.910
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.556	1.590	1.591
Sección, en cm <sup>2</sup>	22.48	22.48	22.48
Volumen, en cm <sup>3</sup>	41.14	41.14	41.14
Deformación horizontal en la rotura, en mm	6.80	6.80	4.53
Tensiones normales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	1.19	2.38	3.36
Tensiones tangenciales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	0.95	1.89	2.57
Tensiones normales corregidas, en kPa	117	234	330
Tensiones tangenciales corregidas, en kPa	93	185	252
Ángulo de rozamiento interno, en °			*
Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>			*



Observaciones: -

Formato GCD-02/01

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.



Nº Obra: **2006245**  
 Cliente: **GEONOC, S.A.**  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-1 6.00-6.20 TP  
 Fecha: 28 de abril de 2006

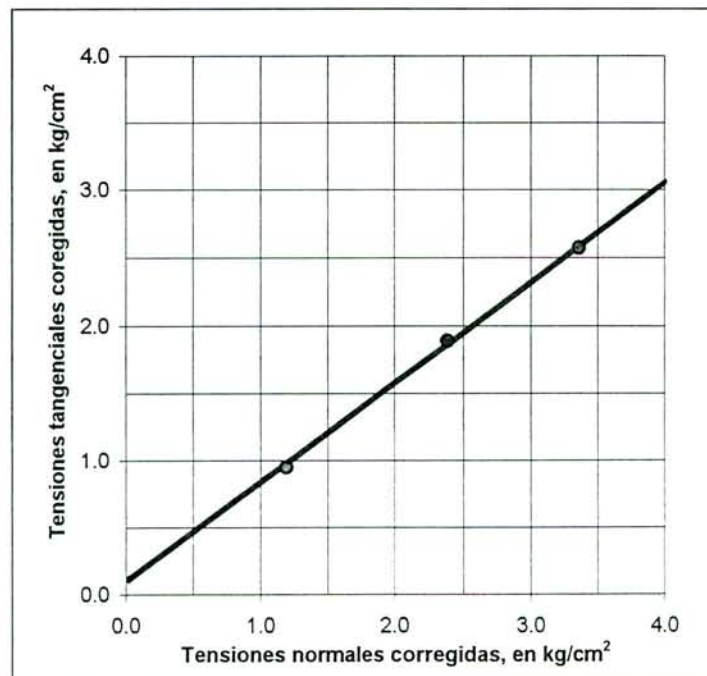
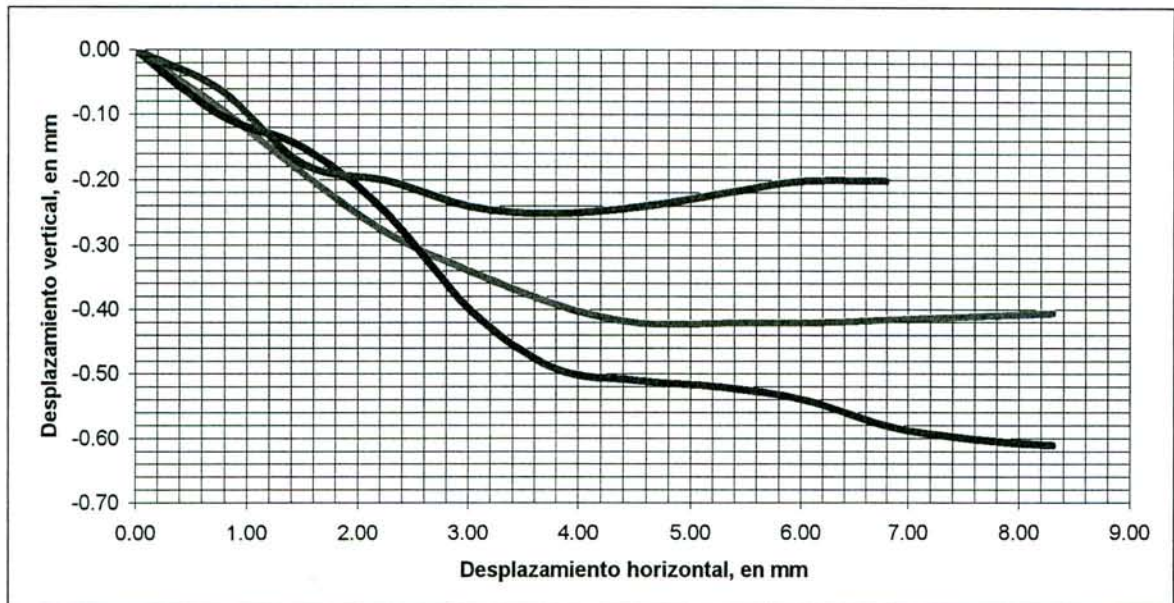


**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



\*El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.

Observaciones: -

Formato GCD-42/01

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2006245**  
 Cliente: **GEONOC, S.A.**  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-2 7.00-7.20 TP  
 Fecha: 3 de mayo de 2006



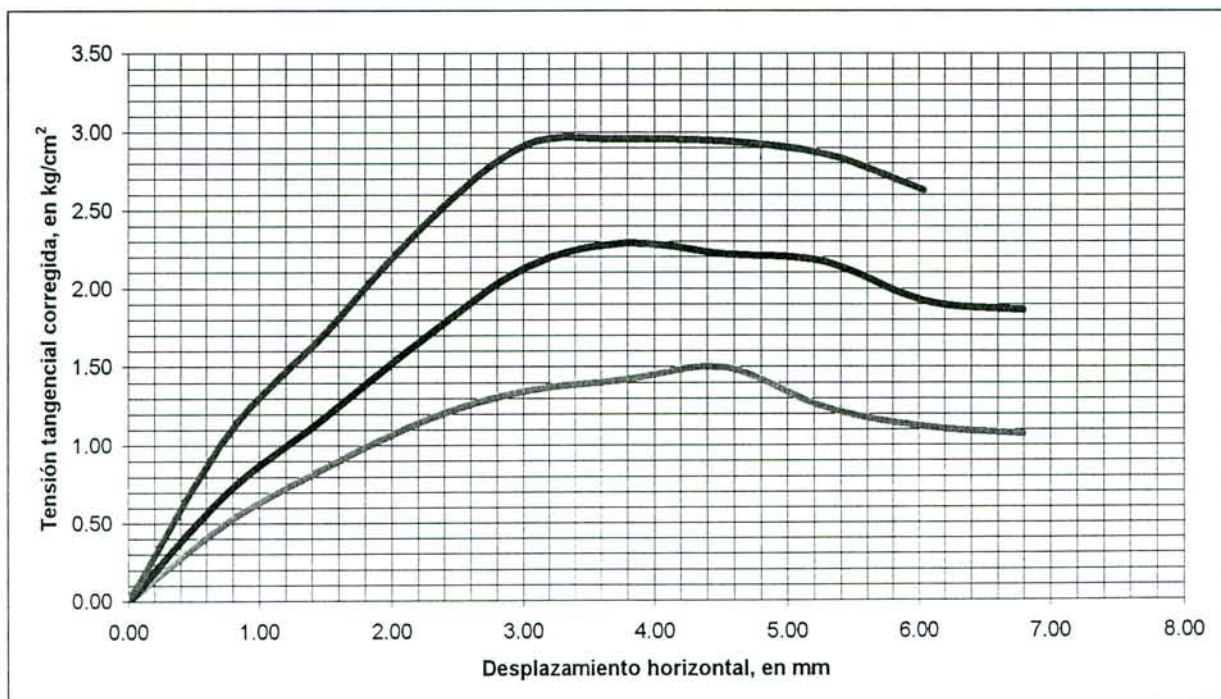
**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTECNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

Tipo de muestra: Inalterada      Velocidad de rotura, en mm/min: 1.510  
 Tipo de ensayo: Ensayo no consolidado y no drenado (UU)

Número de probeta	I	II	III
Cargas verticales, en kg/cm <sup>2</sup>	1.00	2.00	3.00
Humedad inicial, en %	19.5	19.1	19.4
Humedad final, en %	19.0	18.3	18.3
Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	1.903	1.906	1.896
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.598	1.611	1.602
Sección, en cm <sup>2</sup>	22.48	22.48	22.48
Volumen, en cm <sup>3</sup>	41.14	41.14	41.14
<b>Deformación horizontal en la rotura, en mm</b>	<b>4.53</b>	<b>3.78</b>	<b>3.78</b>
Tensiones normales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	1.12	2.20	3.30
Tensiones tangenciales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	1.50	2.29	2.96
<b>Tensiones normales corregidas, en kPa</b>	<b>110</b>	<b>215</b>	<b>323</b>
<b>Tensiones tangenciales corregidas, en kPa</b>	<b>147</b>	<b>225</b>	<b>290</b>
Ángulo de rozamiento interno, en °			*
Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>			*



Observaciones: -

Formato GCD-02/01

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.



Nº Obra: **2006245**  
 Cliente: **GEONOC, S.A.**  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-2 7.00-7.20 TP  
 Fecha: 3 de mayo de 2006

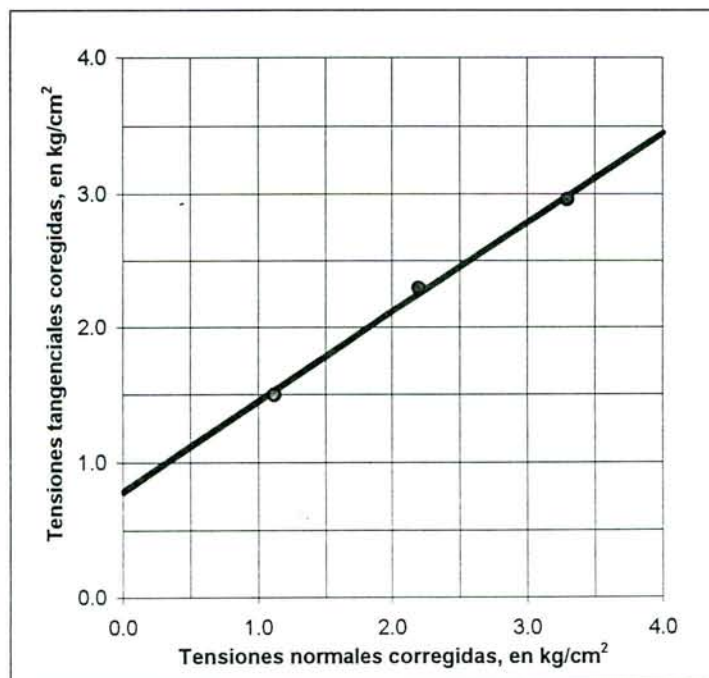
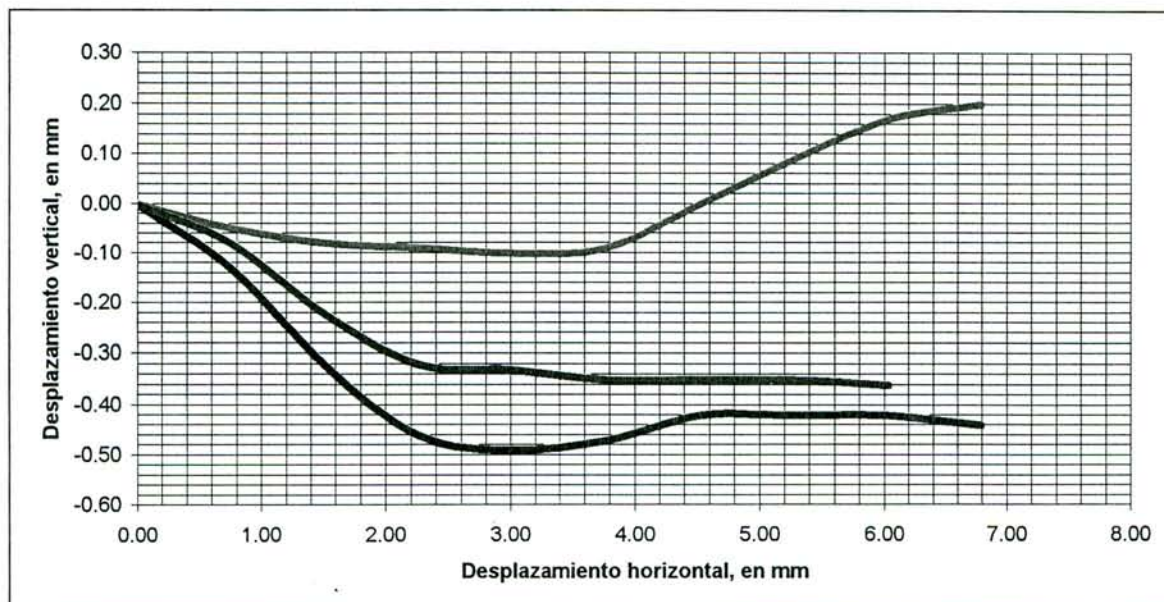


**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



\*El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.

Observaciones: -

Formato GCD-02/01

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.

El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: 2006245  
 Cliente: GEONOC, S.A.  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-3 6.60-6.90 TP  
 Fecha: 3 de mayo de 2006



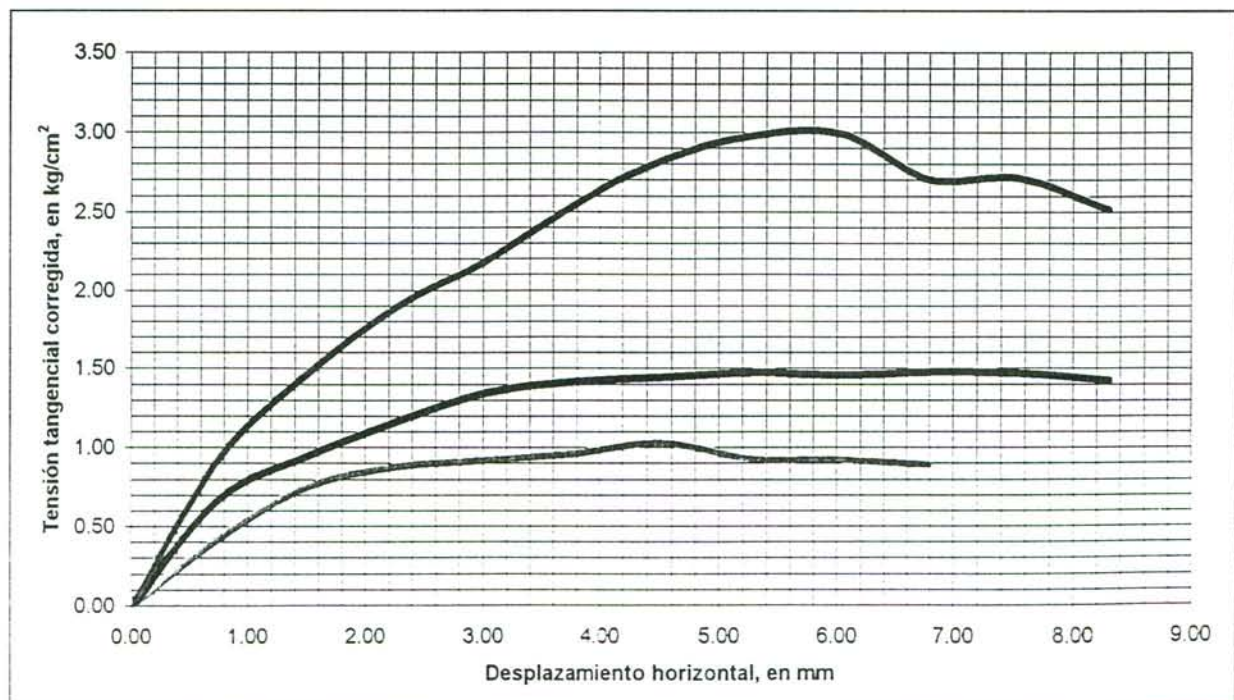
T.E.P., S.L.  
 LABORATORIO  
 GEOTÉCNICO

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

Tipo de muestra: Inalterada      Velocidad de rotura, en mm/min: 1.510  
 Tipo de ensayo: Ensayo no consolidado y no drenado (UU)

Número de probeta	I	II	III
Cargas verticales, en kg/cm <sup>2</sup>	1.00	2.00	3.00
Humedad inicial, en %	23.9	23.9	24.0
Humedad final, en %	23.3	22.7	21.3
Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	1.920	1.907	1.865
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.557	1.555	1.538
Sección, en cm <sup>2</sup>	22.48	22.48	22.48
Volumen, en cm <sup>3</sup>	41.14	41.14	41.14
Deformación horizontal en la rotura, en mm	4.53	6.80	6.04
Tensiones normales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	1.12	2.38	3.50
Tensiones tangenciales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	1.03	1.48	2.99
Tensiones normales corregidas, en kPa	110	234	343
Tensiones tangenciales corregidas, en kPa	101	145	294
Ángulo de rozamiento interno, en °			40 *
Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>			0.15 *



Observaciones: -

Formato GCD 02/01

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.



Nº Obra: **2006245**  
 Cliente: **GEONOC, S.A.**  
 Obra: Edificio M-5. VILLAMAYOR (SALAMANCA)  
 Muestra: S-3 6.60-6.90 TP  
 Fecha: 3 de mayo de 2006

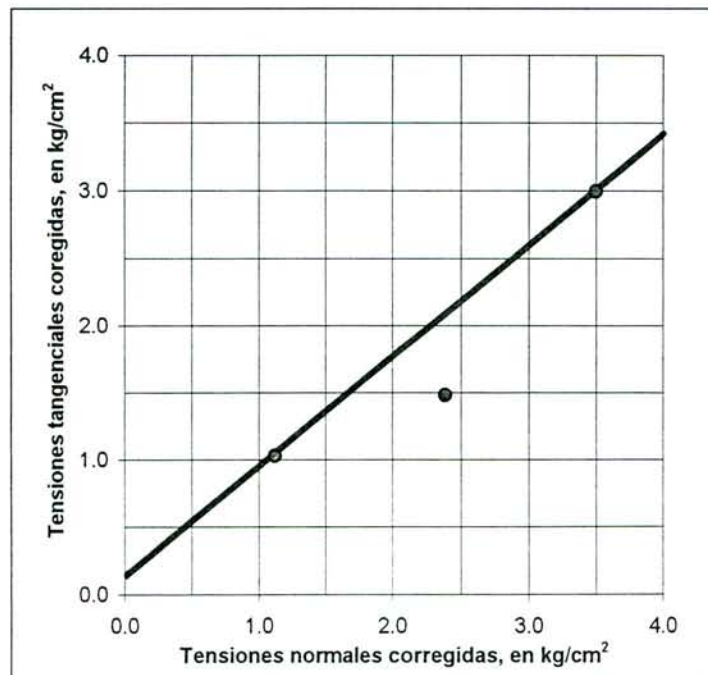
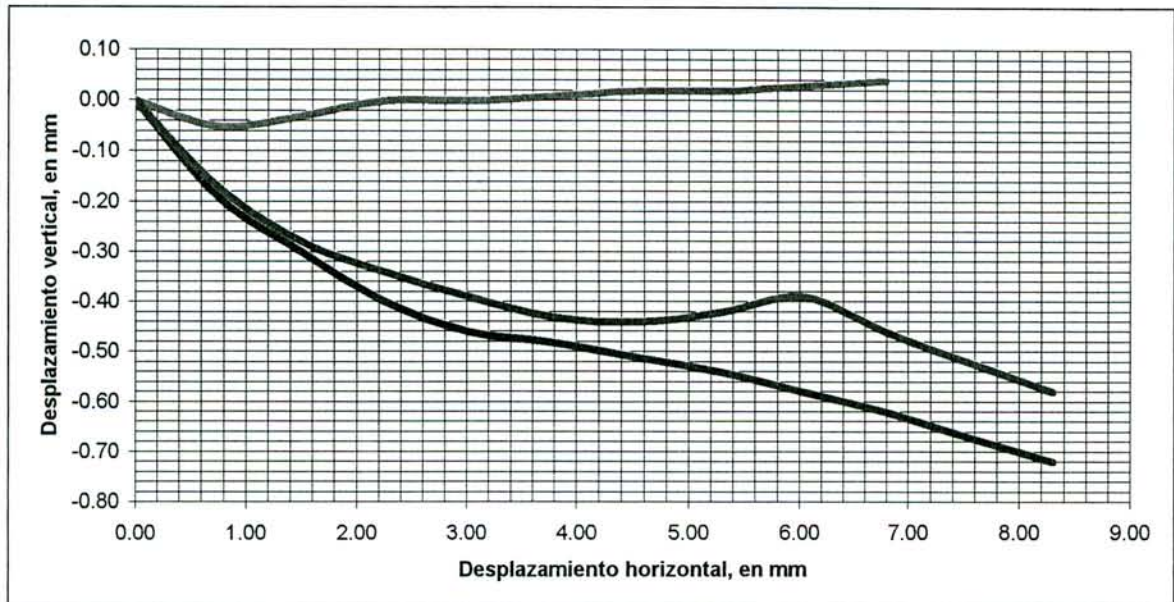


**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
 Pasaje T - 11/13, 11  
 28230 Las Rozas (Madrid)  
 Telf. y Fax: 916 375 881  
 E-mail: laboratoriotep@terra.es

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



\*El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.

Observaciones: -

Formato GCD-02/01

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.





**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

Polígono Európolis  
Pasaje T - 11/13, 11  
28230 Las Rozas (Madrid)  
Telf. y Fax: 916 375 881  
E-mail: laboratoriotep@terra.es

El presente informe consta de dieciocho hojas numeradas y selladas.

Madrid, 3 de mayo de 2006

TECNICAS ESPECIALES DE PERFORACION, S L  
P.P.

*PS.*

**RICARDO PÉREZ SARMIENTO**  
Responsable de Área GTL

**CÉSAR ZAPICO MARTÍN**  
Director Técnico

**T.E.P., S.L.**  
**LABORATORIO**  
**GEOTÉCNICO**

# FOTOGRAFÍAS



