

## ANEJO 7. ESTUDIO GEOTÉCNICO

## INDICE

1. OBJETO DEL ANEJO .....	2
2. BIBLIOGRAFÍA.....	2
3. SITUACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL .....	2
4. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS .....	4
4.1. Oligoceno (Formación Sariñena) .....	4
4.2. Cuaternario .....	5
5. ANÁLISIS DE ENSAYOS DE LABORATORIO .....	6
6. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LA OBRA .....	7
6.1. USO DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN PARA RELLENO DE ZANJAS .....	7
6.2. TALUDES DE EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS .....	8
6.3. TENSIÓN ADMINISBLE DEL TERRENO .....	8
6.4. RELLENO DEL DIQUE DEL RACÓ DEL CAPA .....	9
6.5. AGRESIVIDAD DEL TERRENO.....	10
6.6. PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO.....	10
6.7. SISMO.....	10

## 1. OBJETO DEL ANEJO

En el presente anejo se describen las características geológicas de los materiales presentes en la zona de actuación. Asimismo, se analiza la excavabilidad, posible uso para relleno de zanjas y la capacidad de asiento para la nieve EB3.

## 2. BIBLIOGRAFÍA

Los principales trabajos consultados para la realización de este informe se indican a continuación:

- Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Nº 388 Lleida.
- Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Nº 359 Balaguer.
- Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Nº 33 Lérida.
- Las terrazas del Segre en las inmediaciones de Lérida. Sole Sabaris y José M<sup>a</sup> Font. Diputación Provincial de Barcelona (1929).
- Mapa geológico de España. Serie año 1935. Nº 359 Balaguer. Escala 1:50.000.
- Mapa geotécnico general. Escala 1:200.000, hoja 8-4/33 Lérida (1975).
- Estudio previo de terrenos. Plan Pirineos. Tramo: Barbastro – Lérida. M.O.P. 1975.
- Història natural dels Països Catalans. Tomos Geología I y II. Varios autores.
- Libro Jubilar J.M. Rios. La cuenca del Ebro. Ensayo de síntesis estratigrafía y evolutiva de la cuenca terciaria del Ebro. Riba Arderiu, Reguant y Villena Morales.
- PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. AUTOVÍA A-14 LLEIDA - FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LLEIDA - ROSSELLÓ. Clave: 12-L-3860

## 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL

La zona de estudio se encuentra situada desde el punto de vista geológico en el sector nororiental de la Depresión del Ebro.

La llamada cuenca, depresión o cubeta terciaria del Ebro constituye una extensa zona peninsular morfológicamente deprimida y drenada en gran parte por el río Ebro. Posee una forma sensiblemente triangular y está limitada por tres alineaciones montañosas: los Pirineos al norte, la Cordillera Ibérica por el suroeste y el Sistema Catalán o los Catalánides por el sudeste.

La Depresión del Ebro está rellena por materiales terciarios, concretamente en la zona de estudio de edad oligocena.

Estos materiales están recubiertos en muchas zonas por otros de edad más moderna, Cuaternario, de origen aluvial, coluvial y eluvial.

La figura siguiente muestra la zona de estudio y situación de la depresión dentro de las estructuras geológicas de la región.



**Unitat geològica: PONMgx**  
 Descripció: Gresos i argiles vermelles amb guix. Oligocè-Miocè.  
 Era: CENOZOIC  
 Període: NEOGEN-PALEOGEN  
 Època: OLIGOCÈ-MIOCÈ

**Unitat geològica: Qv3**  
 Descripció: Ventall al·luvial correlacionable amb Q13. Plistocè superior.  
 Era: CENOZOIC  
 Període: QUATERNARI  
 Època: PLISTOCÈ SUPERIOR

**Unitat geològica: POmgc4**  
 Descripció: Lutites amb intercalacions de gresos. Catià.  
 Era: CENOZOIC  
 Període: PALEOGEN  
 Època: OLIGOCÈ

**Unitat geològica: NQt3**  
 Descripció: Dipòsits fluvials de riu trenat de procedència pirenenca. Es troba 170 m sobre el nivell del riu. Pliocè -Plistocè.  
 Era: CENOZOIC  
 Període: NEOGEN-QUATERNARI  
 Època: PLIOCÈ-PLISTOCÈ

**Unitat geològica: Qac**  
 Descripció: Dipòsits al·luvials-col·luvials. Graves amb matriu sorrenca i argilosa. HOLOCÈ.  
 Era: CENOZOIC  
 Període: QUATERNARI  
 Època: HOLOCÈ

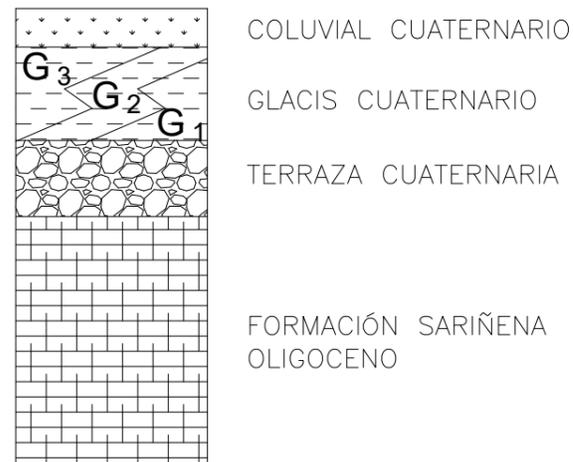
**Unitat geològica: POcg3**  
 Descripció: Conglomerats que formen bancs lenticulars acanalats. Catià.  
 Era: CENOZOIC  
 Període: PALEOGEN  
 Època: OLIGOCÈ SUPERIOR

#### 4. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

En la zona de estudio se han diferenciado diversas unidades litoestratigráficas y geológicas que son las siguientes:

- Oligoceno: Formación Sariñena (PONMgx, POmg4, POcg3)
- Cuaternario:
  - Terraza NQt3
  - Glacis: Q<sub>ac</sub>, Q<sub>v3</sub>
- Rellenos

Se incluye a continuación la columna estratigráfica de las diferentes unidades litoestratigráficas.



##### 4.1. Oligoceno (Formación Sariñena)

Se trata de una unidad geológica que forma el sustrato de la zona de estudio.

Básicamente está constituida por arcillas margosas y margas arcillosas marrones, a veces con tonos amarillentos o grises, alternando con capas de arenisca de tamaño de grano medio a fino.

Las capas de arenisca presentan espesores muy variables de 0,20 a 2,00 metros mientras que las margas más mayoritarias dentro de la formación pueden llegar a formar paquetes de 10 a 15 metros, con capas de 0,10 a 0,50 metros.

A veces en algunas zonas se presentan capas de limolitas.

Las areniscas pueden presentar estratificación cruzada a pequeña o gran escala con contactos erosivos respecto a la marga, y pueden tener forma canaliforme siendo de geometría cóncava en la base y techo plano con estructura interna en el que se pueden diferenciar varios paleocanales.

La disposición de las capas es subhorizontal con inclinaciones máximas observadas de 12° y dirección de azimut variables de 160 a 310, en general buzan hacia el sur.



Capa de arenisca lenticular

En prácticamente toda la traza, esta formación está recubierta por materiales cuaternarios, sólo en algunas zonas aflora en superficie y en otras está recubierta por materiales eluviales en general de poco espesor.

La bibliografía existente en la zona de estudio muestra que las formaciones oligocenas de edad Estampiense superior – Chattiense, son atribuidas a la parte superior de la Formación Peraltilla y parte inferior de la Formación Sariñena, siendo difícil su delimitación debido al enmascaramiento por el recubrimiento cuaternario. Nosotros, ya que nuestra zona de estudio está situada en la parte superior de la serie, lo hemos atribuido a que se encontraría más bien en la Formación Sariñena.

Sedimentológicamente esta formación se ha formado en un ambiente continental en franja de frente distal de abanicos aluviales de procedencia pirenaica, que se relacionan espacial y temporalmente con sistemas de canales, lóbulos distales y desbordamientos e inundación de llanura aluvial. Se le atribuye a esta unidad una potencia mínima de 250 metros.

## 4.2. Cuaternario

### 4.1 Terrazas

Constituyen zonas planas formadas por depósitos de origen aluvial de antiguos niveles de ríos, posiblemente del Segre, hacia la cota 350 a 354. Esta unidad está situada desde aproximadamente el PK 3+500 hasta el final del tramo en el eje principal.

Litológicamente, según las observaciones realizadas en diferentes afloramientos (ver columnas de observación), están constituidas en la parte superior por arena limosa, en general con niveles centimétricos carbonatados y nódulos, a veces con zonas arcillosas, y con contenido de gravas variables. El grosor de estos depósitos superiores varía de 1,40 a 2,00 metros.

Debajo se presentan en general, bolos y gravas con arena limosa marrón, a veces de muy a ligeramente cementada. Los cantos son redondeados de diámetro máximo observado de 25 cm y diámetro medio de 5 a 6 cm, poligénicos, de cuarcita, conglomerado, caliza, pórfidos y granito. En muchos de ellos el granito está prácticamente alterado a suelo residual.

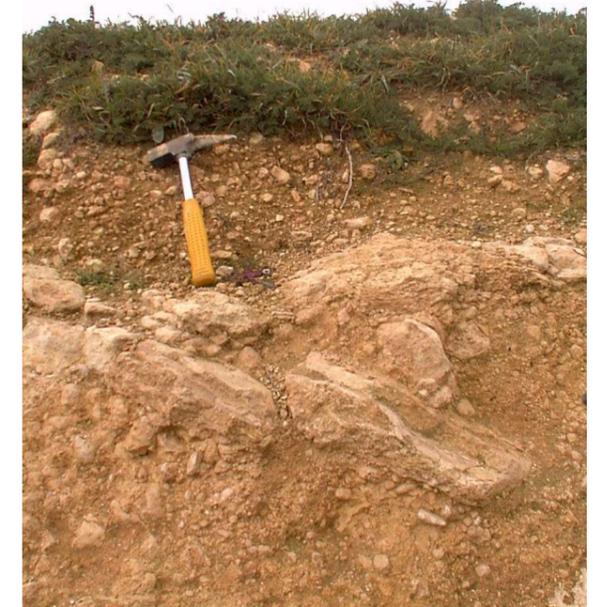
En las gravas se pueden encontrar niveles hemimétricos a decimétricos de arenas marrones con estratificación cruzada.

En algunas zonas debajo de la capa superficial de gravas y arcillas se han observado niveles de costras carbonatadas de poco espesor, de 10 a 20 cm, seguidas de limos marrón claro con niveles centimétricos carbonatados.

Los espesores de esta unidad son muy variables según las zonas, habiéndose observado que varían desde 4 a 5 metros, hasta cerca de 13 metros.



Gravas con capas decimétricas de arenas en la terraza



Niveles de costras carbonatadas y limos en la parte superior de la terraza

### 4.2 Glacis

Constituyen depósitos mixtos de origen coluvial-eluvial de formas plana y cóncava con suave pendiente en su zona terminal, aumentando ésta en su zona inicial.

Se trata de materiales transportados de las zonas elevadas topográficamente de las terrazas y otros materiales oligocenos aflorantes.

Litológicamente están constituidos por arcillas limosas marrones con indicios de algunas gravas redondeadas y poligénicas de la misma litología que las terrazas. Estas zonas con más gravas, a veces coinciden con zonas topográficamente más elevadas, ya que son más resistentes.

En los niveles de glacis superiores pueden presentarse lentejones de niveles de gravas con arcillas limosas marrones.

ANEJO 7. Estudio Geotécnico

El espesor máximo detectado de esta unidad en la realización de los sondeos es de 4,80 metros.

#### 4.3 Rellenos

Se pueden diferenciar diferentes tipos según su origen y composición. Los rellenos de explanaciones en campos de cultivo son difíciles de detectar, habiéndose realizado una labor de investigación preguntando a los diferentes propietarios y se han realizado diferentes calicatas de investigación para su comprobación. En otros casos, la observación en el terreno ha permitido detectarlos con el apoyo de los trabajos de campo programados para la geotecnia.

### 5. ANÁLISIS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

El proyectista dispone de un elevado conocimiento de la zona, dado que ha realizado otras obras en el entorno. De la ejecución de estas obras, se dispone de diversos ensayos de identificación de suelos que permiten caracterizar las características de los suelos del ámbito de la obra. En el presente proyecto se requiere:

- Determinar la excavabilidad de los suelos para realizar zanjas
- Determinar las posibilidades de uso de los distintos materiales como relleno de zanjas
- Determinar la capacidad soporte de la zona de cimentación de la EB3.

Dado que se dispone de ensayos de las diversas litologías presentes en el ámbito de la obra, se ha optado por no realizar ensayos adicionales, e utilizar los que se disponen de los proyectos de construcción:

- "Modernización del riego de la demarcación de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana. T.M. de Lleida-Sector A"
- "AUTOVÍA A-14 LLEIDA - FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LLEIDA - ROSSELLÓ. Clave: 12-L-3860".

En el siguiente cuadro se recogen los resultados de laboratorio de las catas y sondeos considerados representativos de los diferentes tipos de suelo de la obra. En el Apéndice 1 se refleja en plano la situación de estos ensayos.

Principalmente se trata de gravas en las cotas más altas, alternancia de margas y areniscas en cotas medias y arcillas de baja plasticidad en las zonas bajas. Los materiales son excavables con medios mecánicos convencionales, siendo necesario, en zonas puntuales, el uso de martillo en las capas de areniscas y gravas cimentadas. Los suelos son aptos para el relleno de zanjas, encontrando materiales seleccionados en las partes altas de la obra.

En el Apéndice 2 se recogen los ensayos de laboratorio

	CUATERNARIO					OLIGOCENO	
	Qac-Qv3	Qac-Qv3	Qac-Qv3	Qac-Qv3	NQt3	POmg4	PONMgx-Pocg3
Identificación	S-13	C-1	C-14	C-16	C-10	C-5	S-18
Profundidad	2,7-3,9	2,2-2,4	0,9-1,3	1,0-1,6	0,4-0,9	0,8-1,0	3,2-3,5
USCS	CL	CL	CL	CL	GP-GM	CL	CL
Humedad natural	8	11	15,9	8,2	20,2	13,2	10,1
Densidad aparente (g/cm3)	2,41	1,81				1,83	2,42
Límite líquido	25,4	30,8	29,5	33,1	NO P	31,2	30,7
Límite plástico	14,1	15,9	17,8	19,6	NO P	15,5	20,8
Índice de plasticidad	11,3	14,9	11,7	13,5	NO P	15,7	9,9
%retiene T5 UNE	0	0	0	8,3	61	0	0
%retiene T2 UNE	0,8	1	1,2	12,1	67,9	0,2	11,1
%retiene T0,08 UNE	85,6	84,6	93,7	79,2	7,7	95,6	83,3
Compresión simple	87,41	5,7				5,21	6,81
Deformación (%)	2	1,5				1,5	5
Hinchamiento (%)			2,91			0,94	
Cohesión (kg/cm2)	1,56	1,8				0,87	
Ángulo rozamiento	49,5	33,2				13	
Sales solubles (%)			0,17				
SO3 (%)			0			0,02	
CBR 95%			9				
CBR 100%			16				

Fuente: Proyecto Autovía A-14

	OLIGOCENO	
	POmg4	POmg4
Identificación	M-1	M-2
USCS	CL	CL
Humedad natural	1.7	1.3
Densidad aparente (g/cm3)		1.93
Límite líquido	24.6	26.3
Límite plástico	14.5	15.5
Índice de plasticidad	10.1	11.2
%retiene T2 UNE	24.8	30.6
%retiene T0,08 UNE	42.7	41.8
Hinchamiento (%)		2.8
Sales solubles (%)	2.23	1.87
Sulfatos solubles (%)	0.816	0.964
Contenido de yeso (%)	0.66	0.99
Acidez Baumann Gully		0
Contenido de sulfato (mg/kg suelo seco)	4802	5393

Fuente: Proyecto modernización Junta de Sequiatge

## 6. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LA OBRA

### 6.1. USO DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN PARA RELLENO DE ZANJAS

Se describe a continuación los materiales que se prevé encontrar en la excavación en las distintas zonas de la obra:

#### **RAMAL 1:**

- Desde el punto de conexión hasta el Ramal 9: las litologías son del tipo NQt3, Q<sub>ac</sub>, Q<sub>v3</sub> y POcg3. Los cuaternarios tipo NQt3 son gravas seleccionadas, gravas de matriz arenosa y conglomerados que se podrán utilizar como materiales seleccionados para el relleno de zanjás.
- Desde Ramal 9 a final Ramal 1: POmgc4 y Qv3.

**RAMAL 2:** Qv3: lutitas con intercalaciones de gravas

**RAMAL 3:** POmgc4. Arcillas de baja plasticidad

**RAMAL 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11:** POmgc4 y Qv3, arcillas limosas

**RAMAL 8:** Q<sub>ac</sub>, arcillas limosas

Para las distintas tipologías de materiales descritas en el proyecto se proponen a continuación los posibles puntos de suministro:

#### 6.1.1. MATERIALES PARA RELLENOS DE ZANJAS

El proyecto prevé los siguientes materiales para el relleno de zanjás:

MATERIAL	ORIGEN
Relleno de zanjás por encima de la envolvente del tubo, con tierras tipo suelo adecuado procedentes de la obra, de tamaño máximo 20 cm	Procedente de la propia excavación
Relleno con arena de 2 a 5 mm en cama y arriñonado de tubería	Procedente de cantera
Relleno de zanjás en cama de apoyo, laterales y envolvente de tubo colocado, con suelos tipo seleccionados de la propia obra o de préstamo, de tamaño máximo 2 cm	Procedente de la propia excavación, de cantera o de préstamo

Aunque en el trazado de la tubería se prevé que puedan aparecer gravas seleccionadas, no se estima que el volumen sea suficiente para cubrir las necesidades de la obra. Por esta razón, el precio de relleno de zanja con material seleccionado prevé que sea procedente de préstamo o cantera. En el Apéndice 3 se incluye el listado de canteras próximas a la obra que disponen de los materiales mencionados.

#### 6.1.2. MATERIALES RELLENO DIQUE Balsa DEL PLA

El proyecto prevé los siguientes materiales para el relleno del dique, con el fin del recrecido de la arqueta:

MATERIAL	ORIGEN
Terraplén con material seleccionado procedente de préstamo.	Procedente de préstamo o cantera

Las características del material serán:

Ángulo de rozamiento: 33°

Cohesión: 5 KN/m<sup>3</sup>

Densidad: 20 KN/m<sup>3</sup>

## 6.2. TALUDES DE EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS

La profundidad de las zanjas oscila entre 1.5 y 3.0 m de profundidad. Para la elección de los taludes se ha tomado como referencia la norma NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras. En el caso de las zanjas de la red de riego secundaria.

Tabla 2: Altura máxima admisible H máx. en m\*

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico aparente $\gamma$ en g/cm <sup>3</sup>				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
≥ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

\* Valores intermedios se interpolarán linealmente

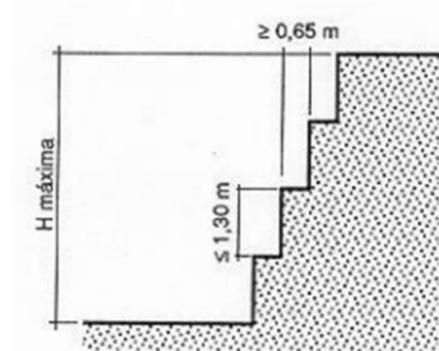


Fig. 4

Dado que la resistencia a compresión de los materiales de la traza es superior a 1,2 kg/cm<sup>2</sup>, se puede adoptar una altura máxima de zanja de 5,2 m. En el caso de que la zanja fuera de 2.6 m de altura, requeriría una berma de 0.65 m. Si se ejecuta en forma de talud, esto es un talud equivalente 1H:4V. Para quedarnos del lado de la seguridad, se realizarán las zanjas de red secundaria con taludes 1H:3V.

Para la red terciaria la profundidad de la zanja es de aproximadamente 1,2 m. Con el esquema de la NT 278 se permitiría realizar la zanja vertical, pero para estar del lado de la seguridad se define con un talud 1H:4V.

## 6.3. TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO

Para el cálculo de la cimentación de la estación de bombeo es necesario determinar la tensión admisible del terreno y el coeficiente de balasto. La zona en la que se ubicará la nueva EB3 es cercana a la actual EB1 y la balsa del Racó del Capa. Se observa que los materiales presentes en la zona son:

- Gravas arenosas
- Alternancias de margas de alta compacidad con areniscas

Son las descritas como Margas oligocénicas (Formación Sariñena, PONMgx-Pocg3, POMg4) y gravas cuaternarias (NQ3). Para estar del lado de la seguridad, se hace el cálculo para la cimentación sobre la Formación Sariñena.

El estudio de las tensiones admisibles se ha formulado en base a las consideraciones de las siguientes especificaciones de cálculo (consideradas como procedimientos de verificación por documento básico DB SE-C del CTE):

En el caso de un terreno coherente y saturado, puede asumirse que bajo carga rápida (no drenada)  $\phi = 0$ , en cuyo caso el valor de la carga de hundimiento se resume cómo:

Presión vertical admisible

Según Meyerhorf (1957) las cargas admisibles para solos cohesivos en situación no drenada (carga rápida) se puede calcular según la siguiente expresión:

$$Q_h = (5.14 \times C_u) / 3 + q_{ok}$$

Donde:

$Q_h$  Presión vertical admisible

$C_u$  Valor característico de la resistencia al corte no drenado del terreno.

$q_{ok}$  Presión vertical característica en torno al nivel de base de la cimentación.

Se estima un valor, por el lado de la seguridad, de 2 kg/cm<sup>2</sup>.

Se estima que  $C_u = 0,5 \cdot q_u$ . El valor de  $q_u$  adoptado es el correspondiente a la cata C-5, 521,0 kPa, con lo que  $C_u = 260,5$  kPa

Considerando que la cimentación se encuentra a 2,2 m de profundidad y la densidad del terreno es de 1,83 t/m<sup>3</sup>,  $q_{ok}$  será 4,02 kPa.

Con todo lo anterior,  $Q_h = 450,34$  kPa = 4,5 kg/cm<sup>2</sup>

Para el cálculo de la cimentación de la EB3 se estima un valor, por el lado de la seguridad, de 2 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor se corroborará con ensayos en la obra, contemplados en el correspondiente anejo de control de calidad.

Para el cálculo del coeficiente de balasto se adoptan los valores recogidos en el CTE:

Valores de K30 en Kg/cm <sup>3</sup> por la CTE		
Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Arcilla blanda	1,5	3
Arcilla media	3	6
Arcilla dura	6	20
Limo	1,5	4,5
Arena floja	1	3
Arena media	3	9
Arena compacta	9	20
Grava arenosa floja	7	12
Grava arenosa compacta	12	30
Margas arcillosas	20	40
Rocas algo alteradas	30	500
Rocas sanas	>500	

El valor adoptado es k<sub>30</sub>=10 kg/cm<sup>3</sup>. Considerando que se trata de un terreno de transición con un 60 % de suelo cohesivo y un 40 % de arenoso se aplican las siguientes expresiones:

◦ Para suelos cohesivos:

$$k = \frac{k_{30} \cdot 0.3}{B}$$

◦ Para suelos arenosos

$$k = k_{30} \left( \frac{B + 0.3}{2B} \right)^2$$

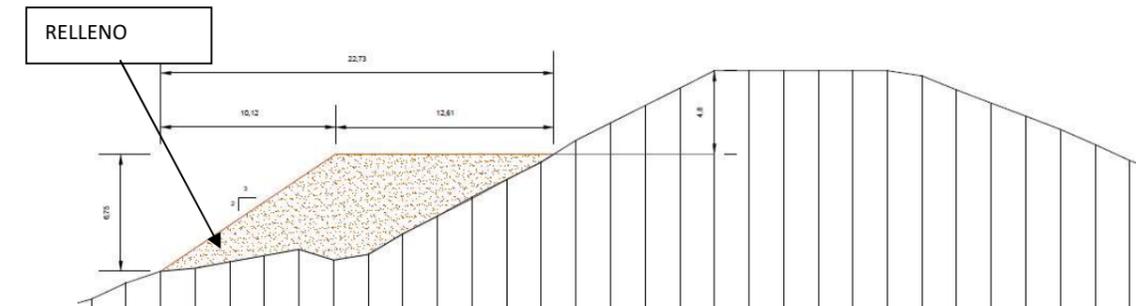
◦ Para suelos de transición (entre arenas y arcillas)

$$k = \frac{\%_{cohesivo}}{100} \cdot k_{cohesivo} + \frac{\%_{arenoso}}{100} \cdot k_{arenoso}$$

Obteniéndose un valor de 13.77 kg/cm<sup>3</sup>, que equivale a 13.700 t/m<sup>3</sup>. El valor considerado para el cálculo de la cimentación de la EB3 ha sido de 8.000 t/m<sup>3</sup>, valor que se encuentra del lado de la seguridad. Este valor se corroborará con ensayos en la obra, contemplados en el correspondiente anejo de control de calidad.

#### 6.4. RELLENO DEL DIQUE DEL RACÓ DEL CAPA

Con el fin de minimizar el riesgo potencial de la balsa en caso de rotura se realizarán una serie de actuaciones en la Balsa del Racó del Capa. La actuación en la Balsa consistirá en el relleno con tierra de préstamo del pie del dique. Se extenderán y compactarán tongadas de tierra, consiguiendo una plataforma estable, que disminuirá la altura entre el pie y la coronación hasta los 4,80 metros. El relleno tendrá una altura variable entre los 3,6 m y los 7,1 m, un ancho variable entre los 23,7 y 9,6 m. La pendiente del talud será una H3:V2, garantizando en todo momento la estabilidad.



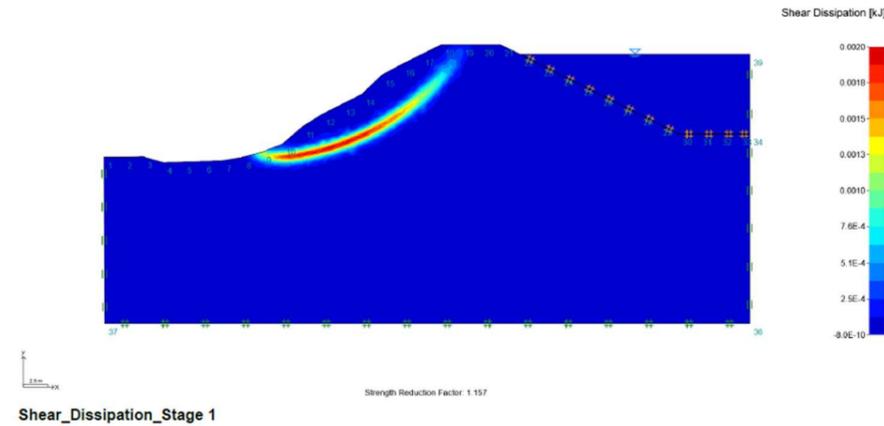
Adicionalmente se construirá un sistema de drenaje para controlar las posibles filtraciones de agua que existan en la cimentación del talud, de forma que no se puedan generar subpresiones, y también al contacto entre el nuevo talud y el existente, que se conducirán hasta la arqueta de control del drenaje existente. También se instalará un geotextil entre el dique de la balsa y el nuevo talud a construir. Se controlará que no se produzca erosión interna en el cuerpo del talud proyectado.

Las características consideradas en el cálculo para del material de relleno son las siguientes:

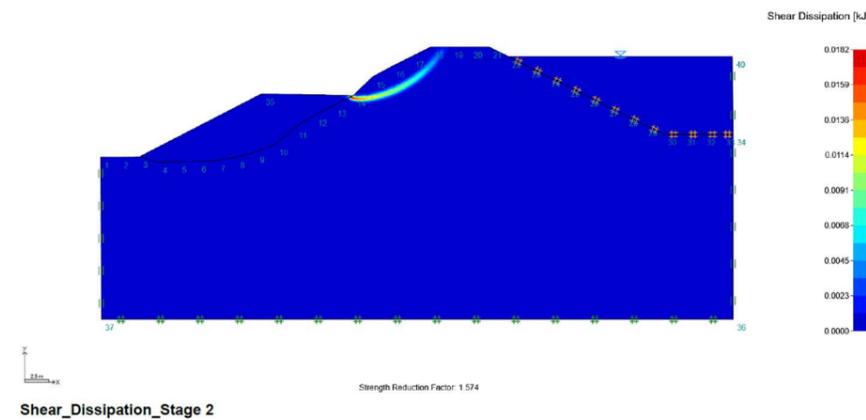
- Peso específico del relleno: 20 kN/m<sup>3</sup>
- Ángulo de rozamiento: 40°
- Cohesión: 0 KPa

En el Apéndice 4 se adjuntan los cálculos de estabilidad del talud. Las hipótesis de cálculo han sido:

- Comprobación del comportamiento del dique en situación actual con balsa llena. Se obtiene un coeficiente de seguridad de 1.15



- Comprobación del dique tras el relleno con balsa llena (el cálculo con balsa vacía no se ha realizado al considerar la balsa llena como más desfavorable). El coeficiente de seguridad obtenido en esta situación es de 1.57



### 6.5. AGRESIVIDAD DEL TERRENO

Se analiza la agresividad del terreno atendiendo a los valores recogidos en el Código Estructural:

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		XA1 Ataque débil	XA2 Ataque medio	XA3 Ataque fuerte
AGUA	VALOR DEL pH, según UNE 83952	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO2 AGRESIVO (mg CO2/ l), según UNE-EN 13577	15 - 40	40 - 100	100
	IÓN AMONIO (mg NH4+ / l), según UNE 83954	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg2+ / l), según UNE 83955	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO42- / l), según UNE 83956	200 - 600	600 - 3000	> 3000
SUELO	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83957	75 - 150	50 - 75	< 50
	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE-EN 16502	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO42- / kg de suelo seco), según UNE 83963	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

(\*)Estas condiciones no se dan en la práctica.

Algunos suelos del estrato Oligoceno P0mg4 pueden presentar un grado de ataque medio, por lo que en estos casos se debe utilizar hormigones clase XA2 (Ambiente de una moderada agresividad química conforme a la tabla 2).

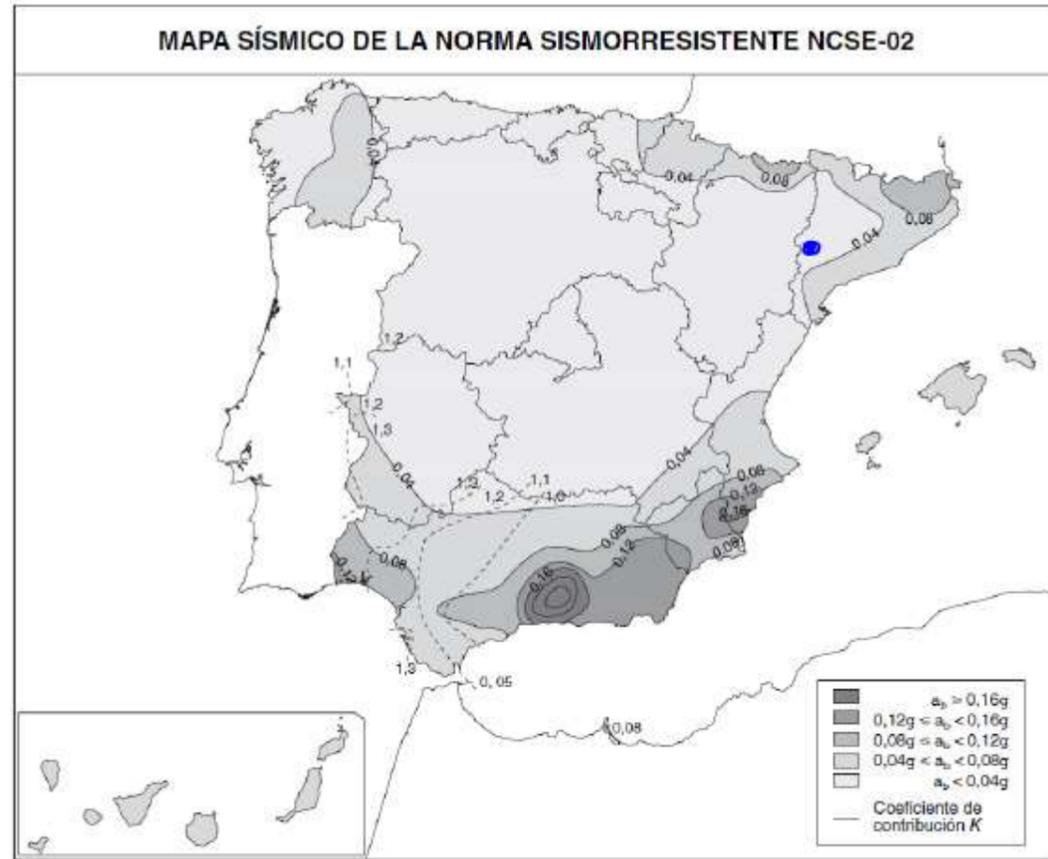
No se espera que el resto de suelos sean agresivos. No obstante, se verificará con ensayos en la obra, contemplados en el correspondiente anejo de control de calidad.

### 6.6. PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO

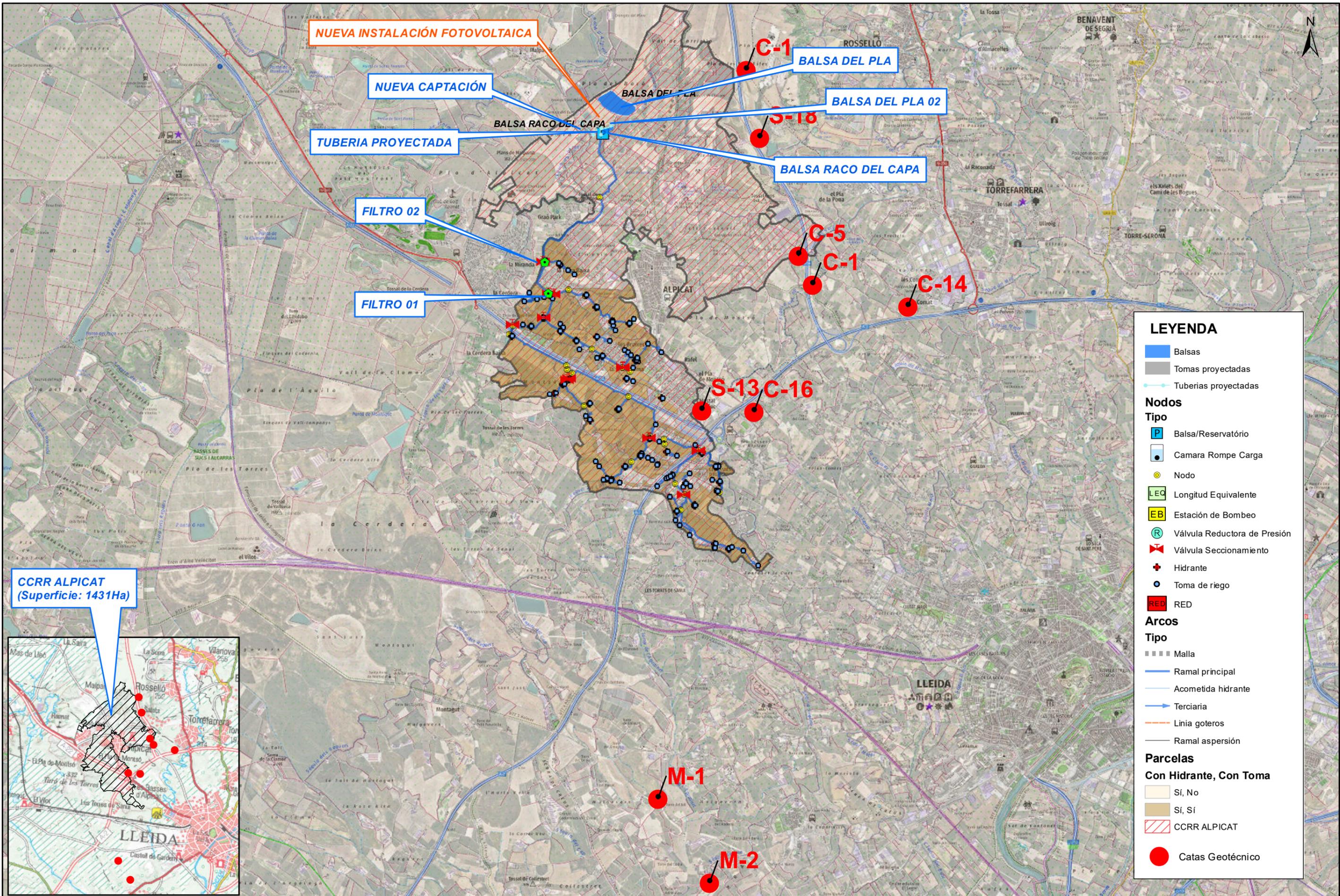
En las catas y sondeos incluidas en el presente Anejo no se ha detectado presencia de nivel freático. No obstante, la experiencia de otros trabajos realizados en la zona, hace preciso indicar que es posible la presencia de nivel freático en los fondos, a una profundidad variable entre 1,5 m y 2 m.

### 6.7. SISMO

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-2002 del Ministerio de Obras Públicas Transportes y Medio Ambiente, clasifica la zona del trazado como de sismicidad baja y no obliga a considerar los efectos sísmicos en obras de especial importancia, como son las infraestructuras básicas. Ver figura.



## APÉNDICE 1: PLANOS



### LEYENDA

- Balsas
- Tomas proyectadas
- Tuberías proyectadas

### Nodos

Tipo

- P Balsa/Reservatorio
- Camara Rompe Carga
- Nodo
- LEQ Longitud Equivalente
- EB Estación de Bombeo
- R Válvula Reductora de Presión
- ✂ Válvula Seccionamiento
- + Hidrante
- Toma de riego
- RED RED

### Arcos

Tipo

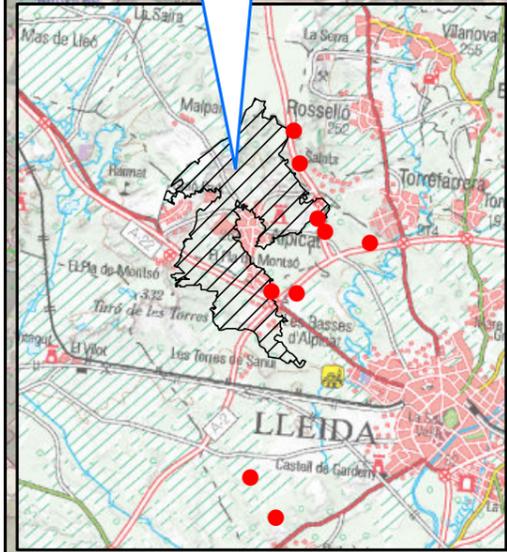
- Malla
- Ramal principal
- Acometida hidrante
- Terciaria
- Línea goteros
- Ramal aspersión

### Parcelas

Con Hidrante, Con Toma

- Sí, No
- Sí, Sí
- CCRR ALPICAT
- Catas Geotécnico

**CCRR ALPICAT**  
(Superficie: 1431Ha)





## APÉNDICE 2 ENSAYOS

DESIGNACIÓN:	CATA n.º	Fecha de realización:
<b>CORTE DE LA CATA</b>	<b>C-1</b>	02-07
		Cota boca: 218,1 m

GEOLOGIA	USCS	NIVEL FREÁTICO MUESTRAS	PROFUNDIDAD	PROFUND. m.	ESPESOR CAPAS	CORTE	DESCRIPCIÓN
				0,00	0,12		
GLACIS G1				0,12	0,12	* * * * *	0,00-0,12 m. Tierra vegetal: arcilla limosa marrón
				0,70	0,58	* * * * *	0,12-0,70 m. Relleno: terreno removido de laboreo, arcilla marrón con indicios de algún trozo de ladrillo aislado
				1		* * * * *	0,70-2,40 m. Arcilla limosa marrón clara
CUATERNARIO	CL			1,70		* * * * *	
2					* * * * *		
OLIGOCENO				2,40	0,05	* * * * *	2,40-2,45 m. Arenisca gris de grano fino
				2,45		* * * * *	
				3		* * * * *	
				4		* * * * *	
				5		* * * * *	
				6		* * * * *	

CARACTERÍSTICA DE LA MAQUINARIA: RETROEXCAVADORA MIXTA JCB 3CX TURBO COMBI PLUS

DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN: SIN DIFICULTAD HASTA 1,70 METROS. A PARTIR DE 1,70 METROS EL TERRENO ES ALGO MÁS DURO.

ESTABILIDAD DEL CORTE : BUENA ESTABILIDAD

NIVEL FREÁTICO : NO SE HA OBSERVADO

ESPESOR DE LA TIERRA VEGETAL: 0,12 METROS DE ARCILLA LIMOSA MARRÓN

OBSERVACIONES : LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE OBTENIDA CON EL PENETRÓMETRO DE BOLSILLO SOIL-TEST ES, A 0,70 METROS, 2 KG/CM<sup>2</sup> Y A 1,40 METROS, 4 KG/CM<sup>2</sup>.

MUESTRA N.º	PROFUNDIDAD (m)	U.S.C.S.	HINCHAMIENTO (%)	COLAPSO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		ÍNDICE C.B.R.		
								HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	95% PM	98% PM	100% PM
1	2,20-2,40	CL										



Cata C-1



Zona de realización de la cata



Detalle del material extraído a la cata C-1

DESIGNACIÓN:	CATA n.º	Fecha de realización:
<b>CORTE DE LA CATA</b>	<b>C-5</b>	02-07
		Cota boca: 244,8 m

GEOLOGIA	USCS	NIVEL FREÁTICO MUESTRAS	PROFUNDIDAD	PROFUND.	ESPESOR	CORTE	DESCRIPCIÓN
				m.	CAPAS		
CUATERNARIO	GLACIS G <sub>2</sub>  CL		1	0,00 0,13 0,40	0,13 0,27		0,00-0,13 m. Tierra vegetal: arcilla limosa marrón 0,13-0,40 m. Arcilla limosa con algunos bolos redondeados. Los cantos son fundamentalmente de caliza y dolomia, de diámetro medio 4 cm. 0,40-2,30 m. Arcilla limosa marrón
			2	1,90			
			3	2,30 2,35	0,05		
OLIGOCENO			4				
			5				
			6				

CARACTERÍSTICA DE LA MAQUINARIA: RETROEXCAVADORA MIXTA JCB 3CX TURBO COMBI PLUS

DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN: SIN DIFICULTAD EN LA ARCILLA, LA MARGA ES MUY POCO RIPABLE.

ESTABILIDAD DEL CORTE : MEDIA EN LA ARCILLA CON BOLOS Y BUENA EN LA ARCILLA Y LA MARGA

NIVEL FREÁTICO : NO SE HA OBSERVADO

ESPESOR DE LA TIERRA VEGETAL: 0,13 METROS DE ARCILLA LIMOSA MARRÓN

OBSERVACIONES :

MUESTRA N.º	PROFUNDIDAD (m)	U.S.C.S.	HINCHAMIENTO (%)	COLAPSO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		ÍNDICE C.B.R.		
								HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	95% PM	98% PM	100% PM
1	0,80-1,10							12,1	1,89	4,8	6,8	8,2
2	0,80-1,00	CL	0,94	0,096	0,0217		0,39					



Cata C-5



Zona de realización de la cata



Detalle del material extraído a la cata C-5

DESIGNACIÓN:	<b>CORTE DE LA CATA</b>	CATA n.º	Fecha de realización: 02-07
		<b>C-10</b>	Cota boca: 355,75 m

GEOLOGIA	USCS	NIVEL FREÁTICO MUESTRAS	PROFUNDIDAD	PROFUND. m.	ESPESOR CAPAS	CORTE	DESCRIPCIÓN
				0,00			
TERRAZA CUATERNARIA	SM		1	0,30	0,30		0,00-0,30 m. Relleno del camino: arcilla marrón rojiza 0,30-1,60 m. Arena limosa marrón clara con algunos nódulos carbonatados de 2 a 6 cm y niveles decimétricos de costra carbonatada
			2	1,60	1,30		1,60-3,50 m. Bolos y gravas con arena limosa marrón. Los cantos son redondeados de diámetro de 1 a 15 cm, fundamentalmente de caliza. Hay también de granito, arenisca y pórfido.
			3	3,50	1,90		
			4				
			5				
			6				

CARACTERÍSTICA DE LA MAQUINARIA: RETROEXCAVADORA MIXTA JCB 3CX TURBO COMBI PLUS

DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN: ALGO DE DIFICULTAD SOBRETUDO EN LA ZONA DE COSTRAS CARBONATADAS

ESTABILIDAD DEL CORTE : BUENA EN LA ARENA Y COSTRAS CARBONATADAS, MALA EN LAS GRAVAS. A 3,50 METROS SE PARA LA EXCAVACIÓN, SE EMPIEZAN A CAER LAS PAREDES.

NIVEL FREÁTICO : NO SE HA OBSERVADO

ESPESOR DE LA TIERRA VEGETAL: NO SE HA OBSERVADO, CATA REALIZADA EN UN CAMINO.

OBSERVACIONES :

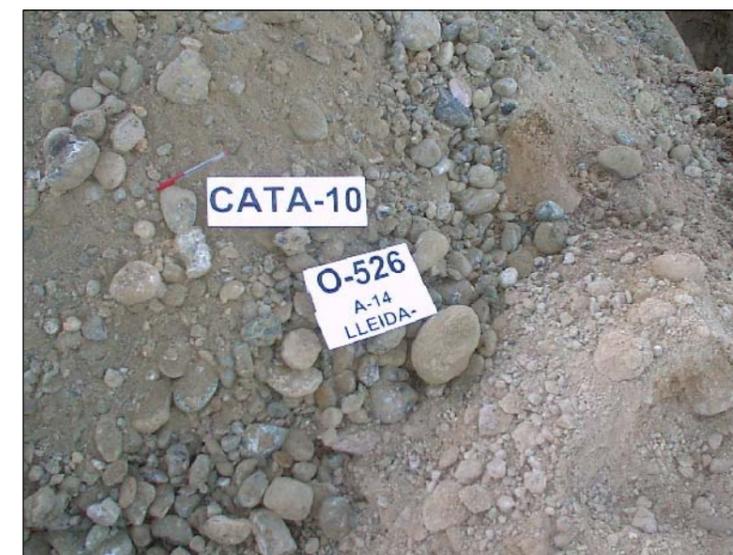
MUESTRA N°	PROFUNDIDAD (m)	U.S.C.S.	HINCHAMIENTO (%)	COLAPSO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		ÍNDICE C.B.R.		
								HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	95% PM	98% PM	100% PM
1	0,40-0,90	SM	0,04	0,000	EXENTO		0,44	18,2	1,67	15,3	18	19
2	2,70-3,00	GP-GM										



Cata C-10



Zona de realización de la cata



Detalle del material extraído a la cata C-10

DESIGNACIÓN: **CORTE DE LA CATA** CATA n.º **C-14** Fecha de realización: 02-07  
Cota boca: 205,2 m

GEOLOGIA	USCS	NIVEL FREÁTICO MUESTRAS	PROFUNDIDAD	PROFUND. m.	ESPESOR CAPAS	CORTE	DESCRIPCIÓN
GLACIS G <sub>1</sub>	CL			0,00	0,15		0,00-0,15 m. Tierra vegetal: gravas y gravillas con arena marrón
				0,15	0,25		0,15-0,25 m. Relleno del camino y carretera: gravas y gravillas con arena marrón
				2,60	2,65	2,35	
OLIGOCENO				2,60	0,05		2,60-2,65 m. Marga marrón con manchas grises
				2,65			

CARACTERÍSTICA DE LA MAQUINARIA: RETROEXCAVADORA MIXTA JCB 3CX TURBO COMBI PLUS  
 DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN: SIN DIFICULTAD EN LA ARCILLA Y EL RELLENO. LA MARGA NO ES RIPABLE.  
 ESTABILIDAD DEL CORTE : BUENA ESTABILIDAD  
 NIVEL FREÁTICO : NO SE HA OBSERVADO  
 ESPESOR DE LA TIERRA VEGETAL: 0,15 METROS DE GRAVAS Y GRAVILLAS CON ARENA MARRÓN  
 OBSERVACIONES : LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE OBTENIDA CON EL PENETRÓMETRO DE BOLSILLO SOIL-TEST ES: A 1,30 METROS, 2,50 KG/CM<sup>2</sup> Y A 2,50 METROS, 4,00 KG/CM<sup>2</sup>

MUESTRA N°	PROFUNDIDAD (m)	U.S.C.S.	HINCHAMIENTO (%)	COLAPSO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		ÍNDICE C.B.R.		
								HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	95% PM	98% PM	100% PM
1	0,90-1,30	CL	2,91		EXENTO	0,17	0,75	11,0	1,97	9	13	16



Cata C-14



Zona de realización de la cata



Detalle del material extraído a la cata C-14

DESIGNACIÓN:	<b>CORTE DE LA CATA</b>	CATA n.º	Fecha de realización: 02-07
		<b>C-16</b>	Cota boca: 210,3 m

GEOLOGIA	USCS	NIVEL FREÁTICO MUESTRAS	PROFUNDIDAD	PROFUND. m.	ESPESOR CAPAS	CORTE	DESCRIPCIÓN
				0,00	0,13		
GLACIS G <sub>1</sub>			1	0,13	0,13		0,00-0,13 m. Tierra vegetal: arcilla marrón con gravas y gravillas
				0,70	0,57		0,13-0,70 m. Relleno: gravas y gravillas con arcilla marrón. Los cantos son redondeados de 2 a 5 cm.
CL			1	1,30	0,60		0,70-1,30 m. Arcilla limosa marrón
				1,90	0,60		1,30-1,90 m. Arcilla margosa marrón
OLIGOC.			2	2,00	0,10		1,90-2,00 m. Marga arcillosa marrón con tonos grises
			3				
			4				
			5				
			6				

CARACTERÍSTICA DE LA MAQUINARIA: RETROEXCAVADORA MIXTA JCB 3CX TURBO COMBI PLUS

DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN: SIN DIFICULTAD HASTA 1,30 METROS. A PARTIR DE 1,30 METROS AUGMENTA LA DUREZA EN PROFUNDIDAD, A 2,00 METROS ES MUY POCO RIPABLE.

ESTABILIDAD DEL CORTE : MALA EN EL RELLENO, BUENA ESTABILIDAD EN EL RESTO

NIVEL FREÁTICO : NO SE HA OBSERVADO

ESPESOR DE LA TIERRA VEGETAL: 0,13 METROS DE ARCILLA MARRÓN CON GRAVAS Y GRAVILLAS

OBSERVACIONES : LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE OBTENIDA CON EL PENETRÓMETRO DE BOLSILLO SOIL-TEST ES: A 1,10 METROS, 4,50 KG/CM<sup>2</sup>.

MUESTRA N°	PROFUNDIDAD (m)	U.S.C.S.	HINCHAMIENTO (%)	COLAPSO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		ÍNDICE C.B.R.		
								HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	95% PM	98% PM	100% PM
1	1,00-1,60	CL										



Cata C-16



Zona de realización de la cata



Detalle del material extraído a la cata C-16


 Expedient nº: 18.06/GYK-17/02.01  
 N.O.: 169953 Full: 2 de 3

<b>PETICIONARI</b>	INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.
<b>OBRA</b>	Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.
<b>DATA</b>	13/06/2018
<b>REFERÈNCIA: M-1: Mostra lutites i pedra de gres, cala 1, profunditat de 0,2 a 1,2 m.</b>	

**RESULTATS**

 HUMITAT HIGROSCÒPICA DE LA MOSTRA: **1,7 (%)**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 18/06/18

**ANÀLISI GRANULOMÈTRICA:**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 26/06/18

TAMÍS U.N.E	63	50	40	20	10	8	4	2	0,4	0,25	0,08	0,063
% que passa	<b>100,0</b>	<b>90,4</b>	<b>90,4</b>	<b>86,3</b>	<b>80,5</b>	<b>79,3</b>	<b>76,6</b>	<b>75,2</b>	<b>69,4</b>	<b>67,0</b>	<b>57,3</b>	<b>54,8</b>

**LÍMITS D'ATTERBERG:**

Límit Líquid:	<b>24,6</b>
Límit Plàstic:	<b>14,5</b>
Índex de Plasticitat:	<b>10,1</b>

 CONTINGUT MATÈRIA ORGÀNICA: **0,32 (%)**

Fracció utilitzada 0/2 mm

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 18/06/18

 CONTINGUT EN SALS SOLUBLES: **2,23 (%)**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 18/06/18

 CONTINGUT DE GUIX: **0,66 (%) SO<sub>4</sub>Ca.2H<sub>2</sub>O**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 20/06/18

 CONTINGUT EN SULFATS SOLUBLES: **0,816 (%) SO<sub>3</sub>**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 20/06/18

**DETERMINACIÓ DELS CLORURS PEL MÈTODE VOLUMÈTRIC (Volhard)**

 Contingut en clorurs referits a l'àrid sec **0,000 %**

Data inici assaig: 22/06/18 / Data fi assaig: 25/06/18

 CONTINGUT IÓ SULFAT **4802 mg/Kg sòl sec**

Observacions: En aquesta mostra s'avalua el tipus d'exposició com "Atac mig " segons l'ió sulfat

Data inici assaig: 22/06/18 / Data fi assaig: 26/06/18

 TIPUS DE MATERIAL: **Sòls de gra fi tipus CL**

CLASSIFICACIÓ DEL SÒL s/Art. 330 PG-3 -

 CLASSIFICACIÓ DEL SÒL s/H.R.B.: **Sòls llimosos**  
 Grup i Subgrup: A-4 Índex Grup= 4

 Expedient nº: 18.06/GYK-17/02.01  
 N.O.: 169953 Full: 1 de 3

 NIF: A59377135  
**PETICIONARI:**

INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.

 A l'atenció: Sr. Xavier Guixà Martorell  
 C/. dels Vergós, 36-42  
 08017 - BARCELONA  
 BARCELONA

**ACTA DE RESULTATS D'ASSAIGS**

PSC 01.04

**OBRA:** Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.

		DATA
Mostres recollides pel laboratori	Alb-07715-R	13/06/2018

**REFERÈNCIA**

M-1: Mostra lutites i pedra de gres, cala 1, profunditat de 0,2 a 1,2 m.

**ASSAIGS REALITZATS**

- 1 Determinació de la humitat mitjançant assecat en estufa, s/ UNE-EN ISO 17892-1:2015
- 1 Anàlisi granulomètrica de sòls per tamisat, s/ UNE 103101:1995
- 1 Determinació dels límits d'Atterberg, s/ UNE 103103:1994 i 103104:1993
- 1 Contingut matèria orgànica sòls pel mètode del permanganat potàssic, s/UNE 103204:1993 i ER
- 1 Determinació del contingut de sals solubles en aigua, s/NLT 114:1999
- 1 Contingut de guix en sòls, s/ NLT-115:1999
- 1 Contingut de sulfats solubles en els sòls, s/ UNE 103201:1996
- 1 Determinació de clorurs pel mètode volumètric (Volhard) s/ UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 Ap. 7
- 1 Determinació contingut ió sulfat s/UNE-83963:2008

Lleida, 26 de juny de 2018

TÈCNIC DIRECTOR DE L'ÀMBIT

J. Rota Zapata

**ICEC CONTROL QUALITAT D'OBRES S.L.**

- Laboratori d'Assaigs amb Declaració Responsable presentada a la Generalitat de Catalunya. L'abast d'actuació inclòs a la Declaració Responsable està inscrit al Registre General del Codi Tècnic de l'Edificació i es pot consultar a [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat) i [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org).

- Els resultats lliurats en aquesta Acta de Resultats d'Assaigs es refereixen només a la mostra recollida o remesa al Laboratori i a les normes de referència de cada assaig.

- Es prohibeix la reproducció i publicació total o parcial d'aquesta Acta de Resultats d'Assaigs sense el consentiment previ d'ICEC Control Qualitat d'Obres S.L.

**Més informació a [www.icecontrol.com](http://www.icecontrol.com)**

TÈCNIC DIRECTOR LABORATORI

E. Guiral i Solsona



**CONTROL QUALITAT D'OBRES S.L.**

P.I. "Camí dels Frares", C/C, Parc. 22 Nau 1  
25190 Lleida · e-mail: info@icecontrol.com  
Tel. 973 24 76 14 · Fax 973 24 76 90  
www.icecontrol.com  
NIF B25313909



Data : 17/07/2018 Foli: 5180527R0 Núm: SV-05180527/00  
Col·legiat : M<sup>a</sup> Pilar Juan Royo  
Inscrit amb el nº : 3763  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a http://icog.e-visado.net/csv/IUUB4C1ZQVXZU

Expedient nº: 18.06/GYK-17/03.01  
N.O.: 169954 Full: 1 de 6  
NIF: A59377135

**PETICIONARI:**

INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.  
A l'atenció: Sr. Xavier Guixà Martorell  
C/. dels Vergós, 36-42  
08017 - BARCELONA  
BARCELONA

**ACTA DE RESULTATS D'ASSAIGS**

PSC 01.04

**OBRA:** Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.

		DATA
Mostres recollides pel laboratori	Alb-07715-R	13/06/2018

**REFERÈNCIA**

M-2: Mostra lutites i pedra de gres, cala 2, profunditat de 1,6 a 2,6 m.

**ASSAIGS REALITZATS**

- 1 Determinació de la humitat mitjançant assecat en estufa, s/ UNE-EN ISO 17892-1:2015
- 1 Anàlisi granulomètrica de sòls per tamisat, s/ UNE 103101:1995
- 1 Determinació dels límits d'Atterberg, s/ UNE 103103:1994 i 103104:1993
- 1 Proctor Normal, s/ UNE 103500:1994
- 1 Contingut matèria orgànica sòls pel mètode del permanganat potàssic, s/UNE 103204:1993 i ER
- 1 Determinació del contingut de sals solubles en aigua, s/NLT 114:1999
- 1 Contingut de guix en sòls, s/ NLT-115:1999
- 1 Contingut de sulfats solubles en els sòls, s/ UNE 103201:1996
- 1 Determinació de l'agressivitat potencial d'un sòl al formigó s/ Instrucció de Hormigón Estructural (EHE 2008)
- 1 Assaig de colapse en sòls, s/NLT 254:1999
- 1 Assaig d'inflament lliure d'un sòl amb edòmetre, s/UNE 103601:1996

Lleida, 17 de juny de 2018

TÈCNIC DIRECTOR DE L'ÀMBIT

J. Rota Zapata

**ICEC CONTROL QUALITAT D'OBRES S.L.**

- Laboratori d'Assaigs amb Declaració Responsable presentada a la Generalitat de Catalunya. L'abast d'actuació inclòs a la Declaració Responsable està inscrit al Registre General del Codi Tècnic de l'Edificació i es pot consultar a [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat) i [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org).
- Els resultats lliurats en aquesta Acta de Resultats d'Assaigs es refereixen només a la mostra recollida o remesa al Laboratori i a les normes de referència de cada assaig.
- Es prohibeix la reproducció i publicació total o parcial d'aquesta Acta de Resultats d'Assaigs sense el consentiment previ d'ICEC Control Qualitat d'Obres S.L.

**Més informació a [www.icecontrol.com](http://www.icecontrol.com)**

TÈCNIC DIRECTOR LABORATORI

E. Guiral i Solsona



**CONTROL QUALITAT D'OBRES S.L.**

P.I. "Camí dels Frares", C/C, Parc. 22 Nau 1  
25190 Lleida · e-mail: info@icecontrol.com  
Tel. 973 24 76 14 · Fax 973 24 76 90  
www.icecontrol.com  
NIF B25313909



Data : 17/07/2018 Foli: 5180527R0 Núm: SV-05180527/00  
Col·legiat : M<sup>a</sup> Pilar Juan Royo  
Inscrit amb el nº : 3763  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a http://icog.e-visado.net/csv/IUUB4C1ZQVXZU

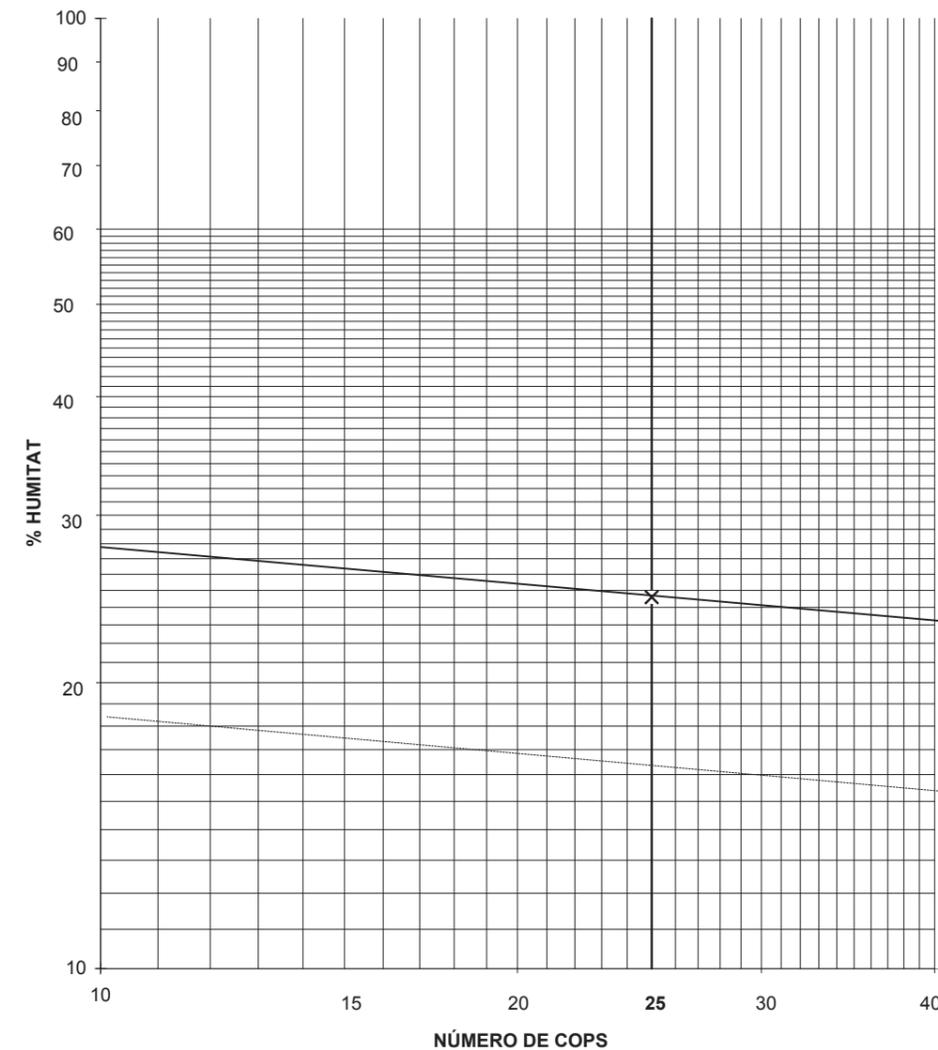
Expedient nº: 18.06/GYK-17/02.01  
N.O.: 169953 Full: 3 de 3

<b>PETICIONARI</b>	INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.
<b>OBRA</b>	Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.
<b>DATA</b>	13/06/2018
<b>REFERÈNCIA:</b>	<b>M-1: Mostra lutites i pedra de gres, cala 1, profunditat de 0,2 a 1,2 m.</b>

SLAC

**RESULTATS**

**LÍMITS D'ATTERBERG**



Límit Líquid: **24,6** Límit Plàstic: **14,5** Índex de Plasticitat: **10,1**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 21/06/18


 Expedient nº: 18.06/GYK-17/03.01  
 N.O.: 169954 Full: 3 de 6

SCC 00.10

<b>PETICIONARI</b>	INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.
<b>OBRA</b>	Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.
<b>DATA</b>	13/06/2018
<b>REFERÈNCIA: M-2: Mostra lutites i pedra de gres, cala 2, profunditat de 1,6 a 2,6 m.</b>	

### RESULTATS

#### PRESSIÓ DE COLAPSE EN EDÒMETRE (NLT 254/99)

Humitat Inicial:	11,7 %
Humitat Final:	14,3 %
Densitat Seca:	1,942 g/cm <sup>3</sup>
Pressió d'inundació:	0,2 MPa
<b>Índex de Colapse (I):</b>	<b>0,1 %</b>

Tipus de proveta: Remoldejada

#### Observacions:

Aparell utilitzat:	Edòmetre de càrrega frontal
Cèl.lula Edomètrica	Confinada
Diàmetre Anell Edomètric:	70,5mm
Alçada Anell Edomètric:	19,9mm

Data inici assaig: 14/06/18 / Data fi assaig: 22/06/18

\*S'ha incrementat la pressió d'inundació en 0,03 MPa per tal de contrarrestar la força d'expansió que presenta la mostra.


 Expedient nº: 18.06/GYK-17/03.01  
 N.O.: 169954 Full: 2 de 6

SAGFGC

<b>PETICIONARI</b>	INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.
<b>OBRA</b>	Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.
<b>DATA</b>	13/06/2018
<b>REFERÈNCIA: M-2: Mostra lutites i pedra de gres, cala 2, profunditat de 1,6 a 2,6 m.</b>	

### RESULTATS

 HUMITAT HIGROSCÒPICA DE LA MOSTRA: **1,3 (%)**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 18/06/18

#### ANÀLISI GRANULOMÈTRICA:

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 26/06/18

TAMÍS U.N.E	100	80	40	20	10	8	4	2	0,4	0,25	0,08	0,063
% que passa	100,0	82,4	82,4	75,5	73,3	72,7	71,0	69,4	65,1	63,7	58,2	56,3

#### LÍMITS D'ATTERBERG:

Límit Líquid:	<b>26,8</b>
Límit Plàstic:	<b>15,6</b>
Índex de Plasticitat:	<b>11,2</b>

 PROCTOR (correcció de grossos): **NORMAL**

Densitat màxima:	<b>1,93 (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Humitat òptima:	<b>12,1 (%)</b>

 CONTINGUT MATÈRIA ORGÀNICA: **0,24 (%)**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 18/06/18

Fracció utilitzada 0/2 mm

 CONTINGUT EN SALS SOLUBLES: **1,87 (%)**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 18/06/18

 CONTINGUT DE GUIX: **0,99 (%) SO<sub>4</sub>Ca.2H<sub>2</sub>O**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 19/06/18

 CONTINGUT EN SULFATS SOLUBLES: **0,964 (%) SO<sub>3</sub>**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 19/06/18

#### AGRESSIVITAT POTENCIAL D'UN SÒL AL FORMIGÓ

Acidesa Baumann Gully (s/UNE-EN 16502:2015) **0 ml/Kg sòl sec**  
 Contingut de sulfat (UNE 83963:2008) **5393 mg/Kg sòl sec**  
 Observacions: Aquesta mostra s'avalua com "Atac Mig"  
 Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 19/06/18

 TIPUS DE MATERIAL: **Sòls de gra fi tipus CL**

 CLASSIFICACIÓ DEL SÒL s/Art. 330 PG-3 **Sòls marginals**

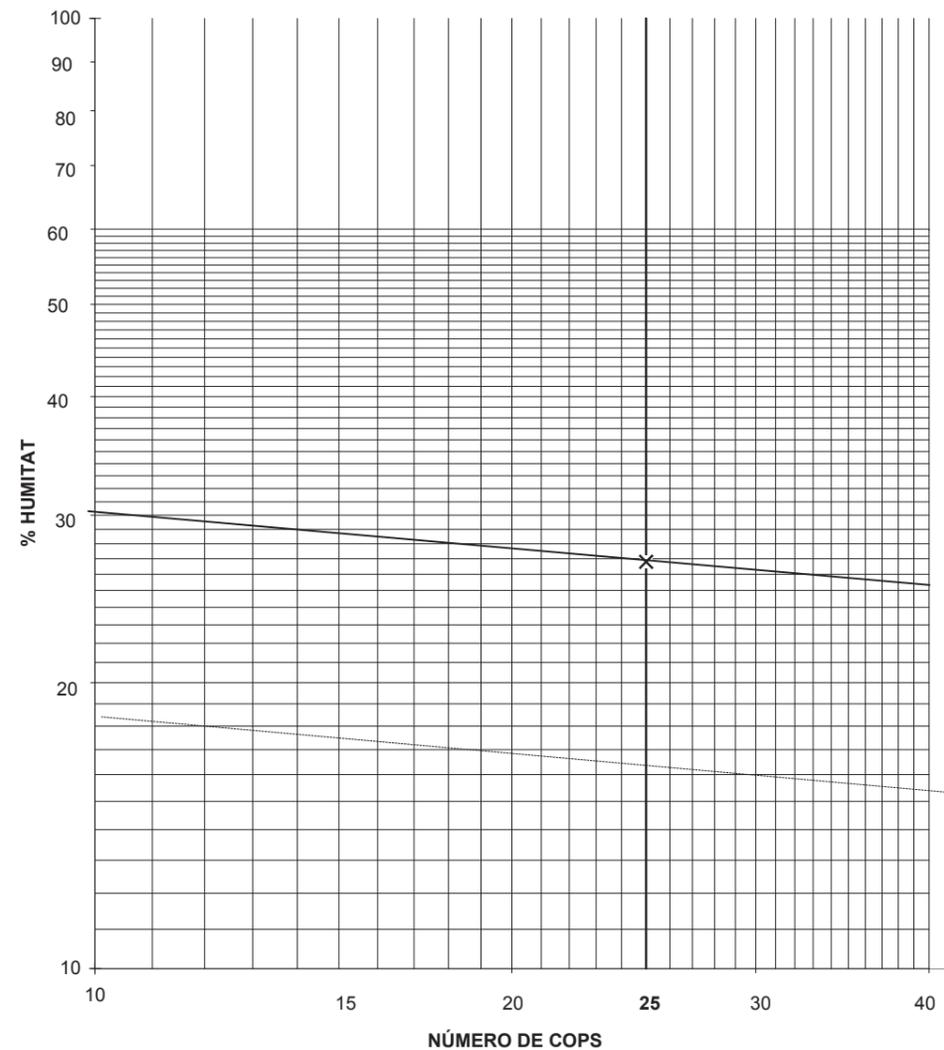
 CLASSIFICACIÓ DEL SÒL s/H.R.B.: **Sòls argilosos**  
 Grup i Subgrup: **A-6**

Índex Grup= 5

<b>PETICIONARI</b>	INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.
<b>OBRA</b>	Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.
<b>DATA</b>	13/06/2018
<b>REFERÈNCIA:</b>	M-2: Mostra lutites i pedra de gres, cala 2, profunditat de 1,6 a 2,6 m.

## RESULTATS

### LÍMITS D'ATTERBERG



Límit Líquid: **26,8** Límit Plàstic: **15,6** Índex de Plasticitat: **11,2**

Data inici assaig: 15/06/18 / Data fi assaig: 21/06/18

<b>PETICIONARI</b>	INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.
<b>OBRA</b>	Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.
<b>DATA</b>	13/06/2018
<b>REFERÈNCIA:</b>	M-2: Mostra lutites i pedra de gres, cala 2, profunditat de 1,6 a 2,6 m.

## RESULTATS

### INFLAMENT LLIURE EN EDÒMETRE (UNE 103601:1996)

Humitat Inicial:	11,7 %
Humitat Final:	16,3 %
Densitat Seca Inicial:	1,943 g/cm <sup>3</sup>
Pressió d'inundació:	10 kPa
<b>Inflament:</b>	<b>2,8 %</b>

Tipus de proveta: Remoldejada

#### Observacions:

Aparell:	Edòmetre de càrrega Frontal
Cèl.lula Edomètrica	Confinada
Diàmetre Anell Edomètric:	70,4mm
Alçada Anell Edomètric:	20,1mm

Data inici assaig: 14/06/18 / Data fi assaig: 22/06/18



**CONTROL QUALITAT D'OBRES S.L.**  
 P.I. "Camí dels Frares", C/C, Parc. 22 Nau 1  
 25190 Lleida • e-mail: info@icecontrol.com  
 Tel. 973 24 76 14 • Fax 973 24 76 90  
 www.icecontrol.com  
 NIF B25313909



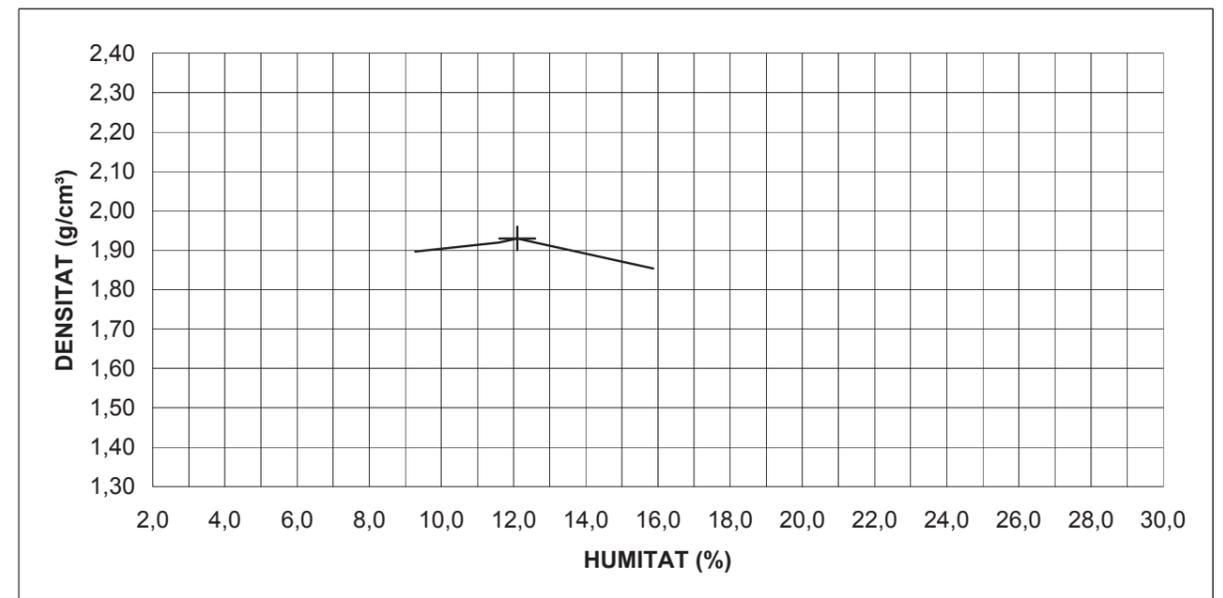
IL·LUSTRE COL·LEGI OFICIAL DE GEÒLEGS  
 INFORME SUPERVISAT  
 ESTUDI I PROJECTE SUPERVISAT  
 AMB ASSEGURANÇA DE RESPONSABILITAT CIVIL  
 Data : 17/07/2018 Foli: 5180527R0 Núm: SV-05180527/00  
 Col·legiat : M<sup>e</sup> Pilar Juan Royo  
 Inscrit amb el n<sup>o</sup> : 3763  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/IUUB4C1ZQVXZU>

Expedient n<sup>o</sup>: 18.06/GYK-17/03.01  
 N.O.: 169954 Full: 6 de 6

<b>PETICIONARI</b>	INFRAESTRUCTURES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA S.A.U.
<b>OBRA</b>	Modernització del reg de la demarcació de Lleida de la Junta de Sequiatge del Canal de Pinyana TM de Lleida - Sector A. Clau: PR-17290.
<b>DATA</b>	13/06/2018
<b>REFERÈNCIA: M-2: Mostra lutites i pedra de gres, cala 2, profunditat de 1,6 a 2,6 m.</b>	

### ASSAIG DE PICONAT

**TIPUS:** PROCTOR NORMAL  
**DENSITAT MÀXIMA:** 1,93 (g/cm<sup>3</sup>)  
**HUMITAT ÒPTIMA:** 12,1 (%)



MOTLLO: 1.000 c.c.

PICÓ: 2.500 g.

ALTURA DE CAIGUDA: 305 mm.

NOMBRE DE CAPES: 3

NOMBRE DE COPS PER CAPA: 26

MATERIAL UTILITZAT: Sòls gra fi

Data inici assaig: 14/06/18 / Data fi assaig: 16/06/18

DESIGNACIÓN: <b>CORTE DEL SONDEO</b>		Cota boca	Verificado	ENSAYOS DE LABORATORIO																										
		281 m	Dibujado	4-07																										
		SONDEO n.º	Escala																											
		S-13	1:100																											
TIPO PERFORACIÓN	GEOLOGIA	USCS	PROFUNDIDAD	CORTE	PROFUND. m.	GROSOR CAPAS	NIVEL FREÁTICO MUESTRAS	ENSAYO STANDARD	R.O.D. %	DESCRIPCIÓN	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm³)	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	PESO ESPECIFICO (gr/cm³)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%)	% RETIENE T-5 UNE	% RETIENE T-2 UNE	% PASA T-0.080 UNE	MÓDULO EDMÉTRICO Em (Kg/cm²)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	DEFORMACIÓN, δ (%)	COHESIÓN (kp/cm²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)	MATERIA ORGÁNICA (%)	SO <sub>3</sub> (%)	CO <sub>2</sub> Ca (%)	ÍNDICE LAMBE (kg/cm²)	OTROS ENSAYOS
ROTACIÓN CON TESTIGO CONTINUO Ø 86-113 mm	G2				0,00	0,08			20	0,00-0,08 m. Tierra vegetal: arcilla limosa marrón	8,0	2,41	2,23		25,4	14,1	11,3	0,0	0,8	85,6		87,41	2,0	1,56	49,5					
					0,50	1,42			40	0,08-0,50 m. Arcilla limosa marrón																				
					2,90	2,40	M.P.		60	0,50-2,90 m. Marga marrón rojiza, luego de tonos marrones																				
					4,70	1,80	M.P.		80	2,90-4,70 m. Arenisca marrón																				
					6,50	1,80			100	4,70-6,50 m. Marga marrón con tonos grises																				

N.A. = nivel de agua      M.I. = muestra inalterada      M.P. = muestra parafinada  
N.F. = nivel freático      R = Rechazo (N > 50)



REALIZACIÓN DEL SONDEO S-13



CAJA DE TESTIGOS DE 0 A 3 m



CAJA DE TESTIGOS DE 3 A 6,50 m





REALIZACIÓN DEL SONDEO S-18



CAJA DE TESTIGOS DE 0 A 3 m



CAJA DE TESTIGOS DE 3 A 6 m



CAJA DE TESTIGOS DE 6 A 9 m



Laboratorio acreditado nº 03162SE01 por la Comunidad de Madrid s/ R.D.1230/89  
Área de acreditación SE: "Ensayos de laboratorio de mecánica del suelo"

C/ Los Yébenes,73 - Local 7 - 28047 - MADRID.  
Tlf: 91 509 97 33 - Fax: 91 717 53 90 - e-mail: ESGEYCO@teleline.es

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 1
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 04/05/07
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	
	NORMA UNE:103.101.95

SONDEO: S-13

PROFUNDIDAD (m): 2,40-2,90

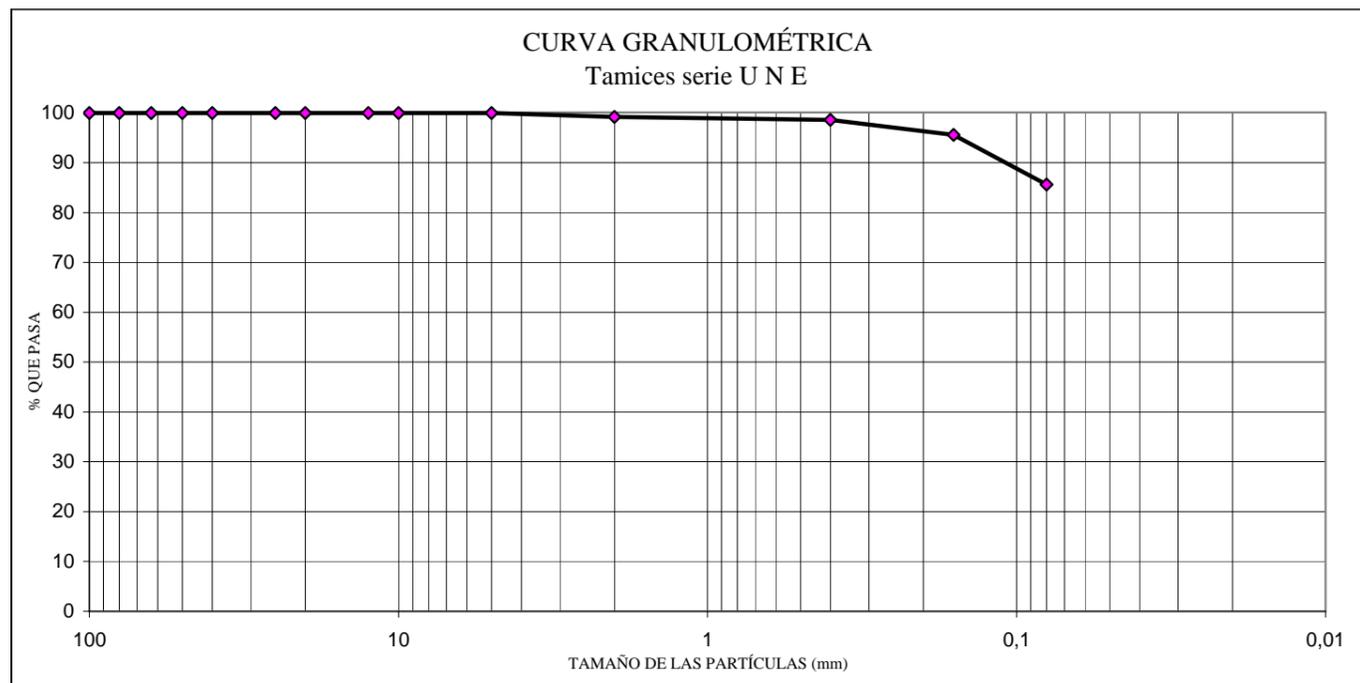
<b>GRUESOS: &gt; T-2</b>	
F+G+a:	50,1
G=>T-2:	0,4
<T-2+a:	49,7
<T-2 seco:	49,7
E = F+G:	50,1
<b>FINOS: &lt; T-2</b>	
S+A:	50,06
H.higr. %:	0,00
S:	50,06

<b>HUMEDAD HIGROSCÓPICA</b>	
T+S+A:	0,00
T+S:	0,00
TARA:	0,00
SUELO:	0,00
AGUA:	0,00
HUMEDAD %:	0,00

% > T-5:	0,0
% > T-2:	0,8
% < T-0.080:	85,6

Diámetro (mm)	SS (g)	% Retenido de la parte	% Pasa de la parte	% Pasa del total
100,0	0,0	0,0	100,0	100,0
80,0	0,0	0,0	100,0	100,0
63,0	0,0	0,0	100,0	100,0
50,0	0,0	0,0	100,0	100,0
40,0	0,0	0,0	100,0	100,0
25,0	0,0	0,0	100,0	100,0
20,0	0,0	0,0	100,0	100,0
12,5	0,0	0,0	100,0	100,0
10,0	0,0	0,0	100,0	100,0
5,0	0,0	0,0	100,0	100,0
2,0	0,4	0,8	99,2	99,2
0,40	0,3	0,6	99,4	98,6
0,160	1,8	3,6	96,4	95,6
0,080	6,9	13,7	86,3	85,6

OBSERVACIONES:



Laboratorio acreditado nº 03162SE01 por la Comunidad de Madrid s/ R.D.1230/89  
Área de acreditación SE: "Ensayos de laboratorio de mecánica del suelo"

C/ Los Yébenes,73 - Local 7 - 28047 - MADRID.  
Tlf: 91 509 97 33 - Fax: 91 717 53 90 - e-mail: ESGEYCO@teleline.es

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 2
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 04/05/07
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
	NORMA UNE:103.103.94
	NORMA UNE:103.104.93

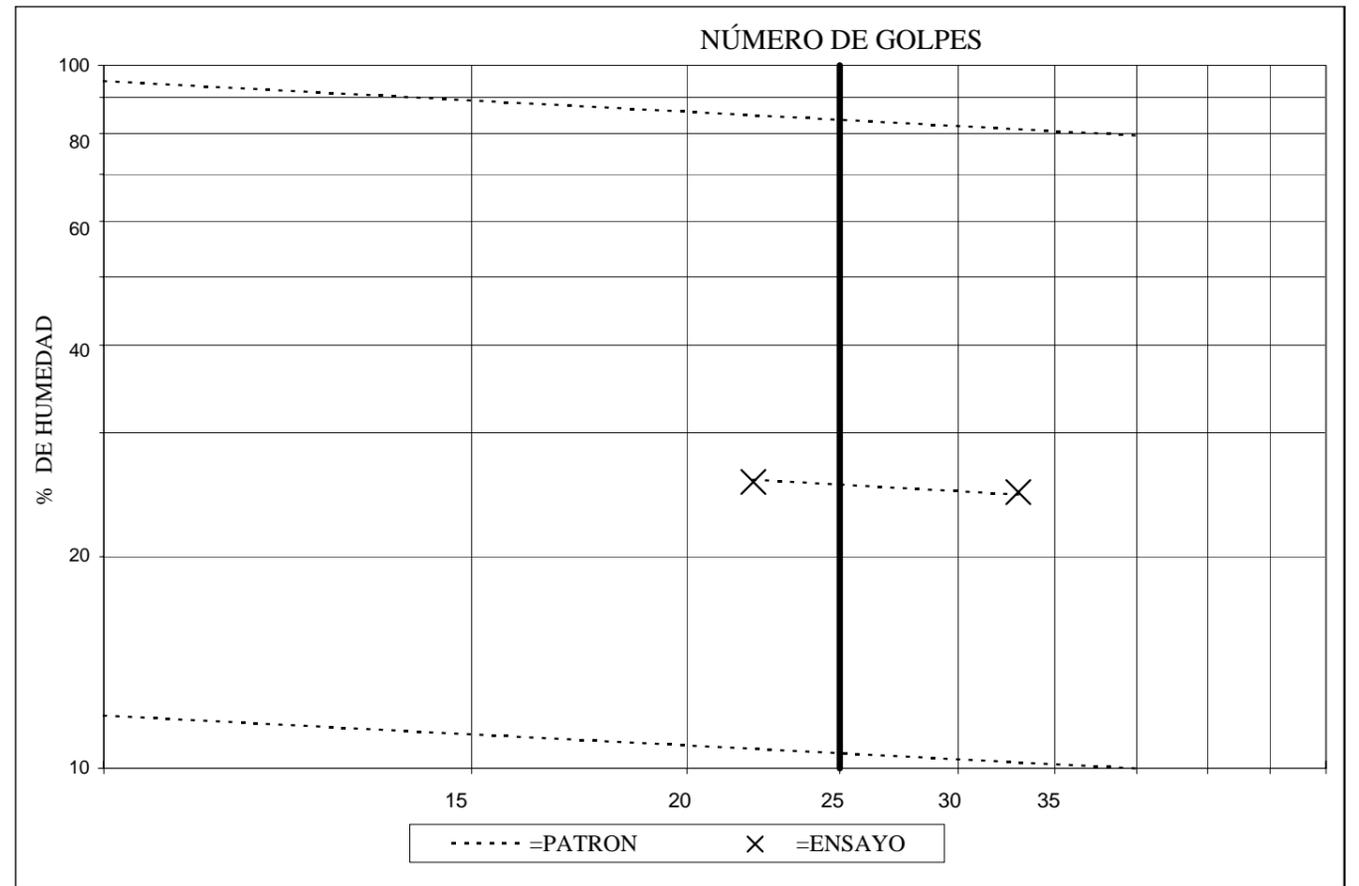
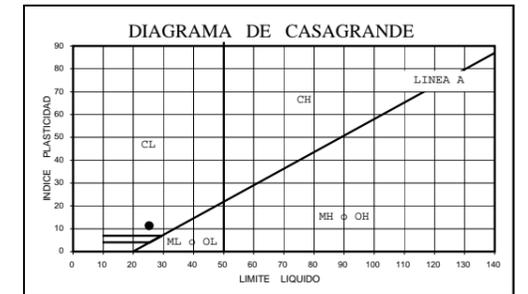
SONDEO: S-13

PROFUNDIDAD (m): 2,40-2,90

	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO	
	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 1	PUNTO 2
GOLPES	****	****	22	33
T + S + A	31,06	33,20	31,76	26,61
T + S	29,93	31,87	27,43	23,43
T	21,79	22,55	10,49	10,56
% HUMEDAD	13,9	14,3	25,6	24,7

OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO:	25,4
LÍMITE PLÁSTICO:	14,1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	11,3





C/Plomo, 21 - Nave 4 - P. I. Aimayr - 28330 - San Martín de la Vega (Madrid)  
Tfno. Fax: 916 917 705 - e-mail: esgeyco@wanadoo.es

Laboratorio oficialmente acreditado por la Comunidad de Madrid  
Área de acreditación GTL "Ensayos de laboratorio de geotecnia"

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 3
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 03/05/07
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE</b>	
	NORMA UNE:103.400.93

SONDEO: S-13

PROFUNDIDAD (m): 2,40-2,90

DEFORM (%)	CARGA TOTAL (kp)	CARGA UNITARIA (kp/cm <sup>2</sup> )
1,0	2083,80	50,67
2,0	3630,04	87,41
3,0	1069,08	25,49

DATOS DE LA PROBETA	
PESO HÚMEDO:	1709,0 g
DIÁMETRO:	7,20 cm
ALTURA:	18,11 cm
DENSIDAD HÚMEDA:	2,32 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA:	2,24 g/cm <sup>3</sup>

HUMEDAD NATURAL	
TARA+SUELO+AGUA:	346,76 g
TARA+SUELO:	338,64 g
TARA:	97,94 g
HUMEDAD:	3,4 %

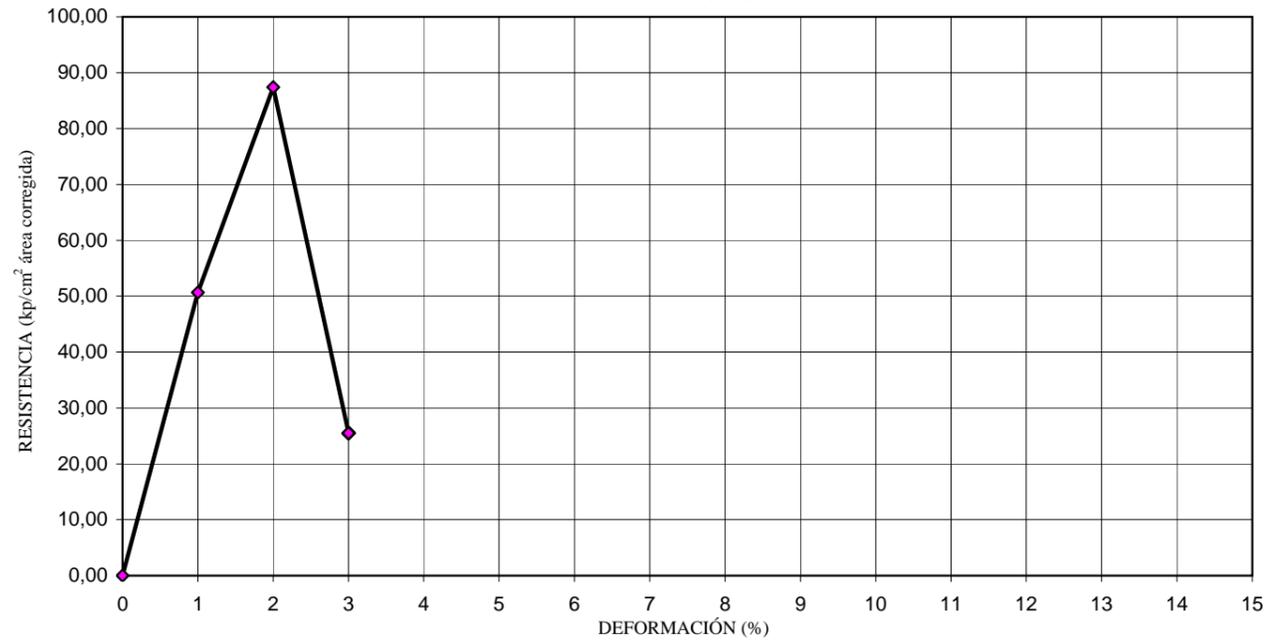
DEFORMACIÓN:	2,0 %
RESISTENCIA:	87,41 kp/cm <sup>2</sup>

FORMA DE ROTURA



OBSERVACIONES:

CURVA DE ROTURA



C/Plomo, 21 - Nave 4 - P. I. Aimayr - 28330 - San Martín de la Vega (Madrid)  
Tfno. Fax: 916 917 705 - e-mail: esgeyco@wanadoo.es

Laboratorio oficialmente acreditado por la Comunidad de Madrid  
Área de acreditación GTL "Ensayos de laboratorio de geotecnia"

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 4
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 07/05/07
<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>	
	NORMA UNE:103.401.98

SONDEO: S-13

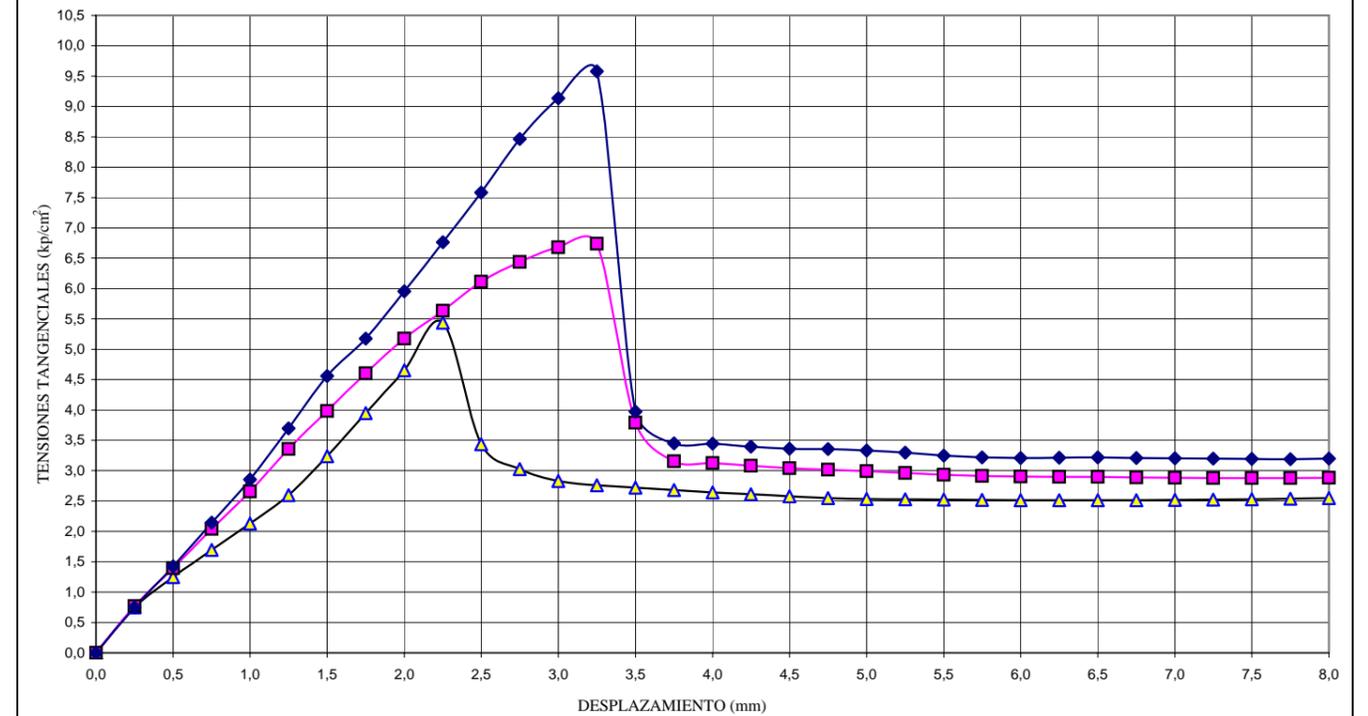
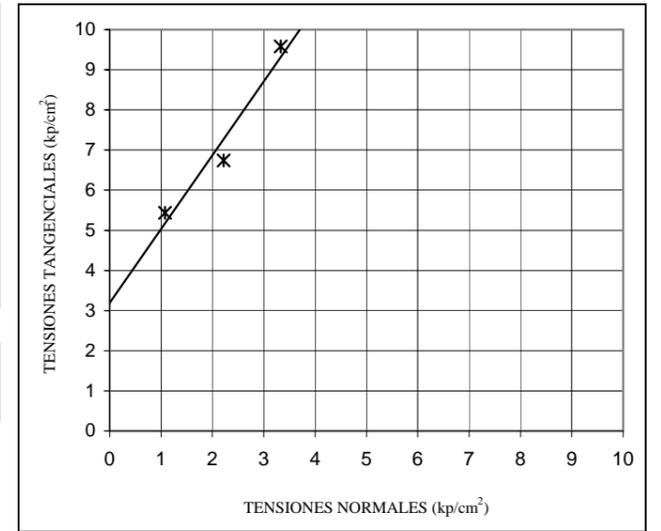
PROFUNDIDAD (m): 2,40-2,90

PROBETA	I	II	III
TENSIÓN NORMAL (kp/cm <sup>2</sup> )	1,08	2,22	3,33
TENSIÓN TANGENCIAL (kp/cm <sup>2</sup> )	5,44	6,74	9,58
HUMEDAD INICIAL (%)	7,9	8,0	8,0
HUMEDAD FINAL (%)	7,6	7,9	7,8
VELOCIDAD ROTURA (mm/min)	0,5	0,5	0,5
DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	2,41	2,41	2,40
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2,24	2,23	2,23

COHESIÓN: 1,56 kp/cm<sup>2</sup>  
ÁNGULO DE ROZAMIENTO: 49,5 °

TIPO DE ENSAYO: U.U.

OBSERVACIONES:





C/ Los Yébenes,73 - Local 7 - 28047 - MADRID.  
Tlf: 91 509 97 33 - Fax: 91 717 53 90 - e-mail: ESGEYCO@teleline.es

Laboratorio acreditado nº 03162SE01 por la Comunidad de Madrid s/ R.D.1230/89  
Área de acreditación SE: "Ensayos de laboratorio de mecánica del suelo"

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 1
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 04/05/07
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	
	NORMA UNE:103.101.95

SONDEO: S-18

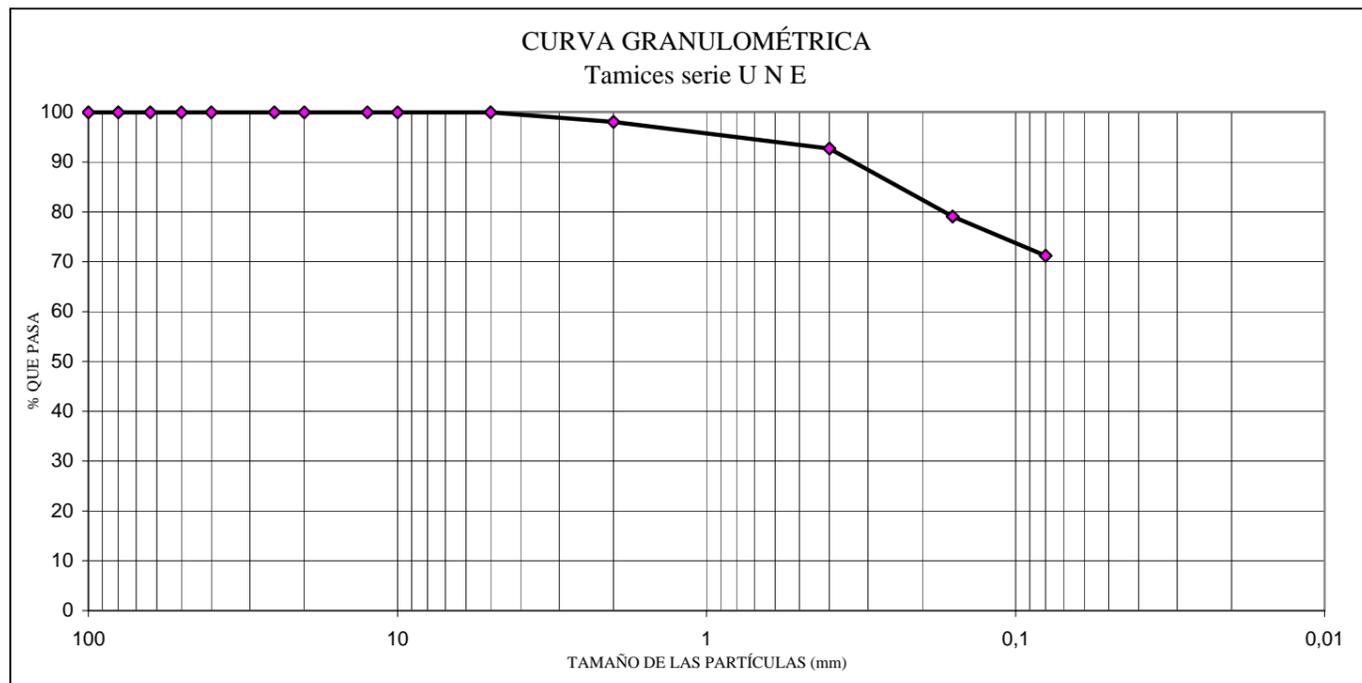
PROFUNDIDAD (m): 0,50-1,10

<b>GRUESOS: &gt; T-2</b>	
F+G+a:	50,7
G=>T-2:	1,0
<T-2+a:	49,7
<T-2 seco:	49,7
E = F+G:	50,7
<b>FINOS: &lt; T-2</b>	
S+A:	50,74
H.higr. %:	0,00
S:	50,74

<b>HUMEDAD HIGROSCÓPICA</b>	
T+S+A:	0,00
T+S:	0,00
TARA:	0,00
SUELO:	0,00
AGUA:	0,00
HUMEDAD %:	0,00
<b>% &gt; T-5: 0,0</b>	
<b>% &gt; T-2: 2,0</b>	
<b>% &lt; T-0.080: 71,2</b>	

Diámetro (mm)	SS (g)	% Retenido de la parte	% Pasa de la parte	% Pasa del total
100,0	0,0	0,0	100,0	100,0
80,0	0,0	0,0	100,0	100,0
63,0	0,0	0,0	100,0	100,0
50,0	0,0	0,0	100,0	100,0
40,0	0,0	0,0	100,0	100,0
25,0	0,0	0,0	100,0	100,0
20,0	0,0	0,0	100,0	100,0
12,5	0,0	0,0	100,0	100,0
10,0	0,0	0,0	100,0	100,0
5,0	0,0	0,0	100,0	100,0
2,0	1,0	2,0	98,0	98,0
0,40	2,8	5,4	94,6	92,7
0,160	9,8	19,3	80,7	79,1
0,080	13,9	27,3	72,7	71,2

OBSERVACIONES:



C/ Los Yébenes,73 - Local 7 - 28047 - MADRID.  
Tlf: 91 509 97 33 - Fax: 91 717 53 90 - e-mail: ESGEYCO@teleline.es

Laboratorio acreditado nº 03162SE01 por la Comunidad de Madrid s/ R.D.1230/89  
Área de acreditación SE: "Ensayos de laboratorio de mecánica del suelo"

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 2
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 04/05/07
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	
	NORMA UNE:103.101.95

SONDEO: S-18

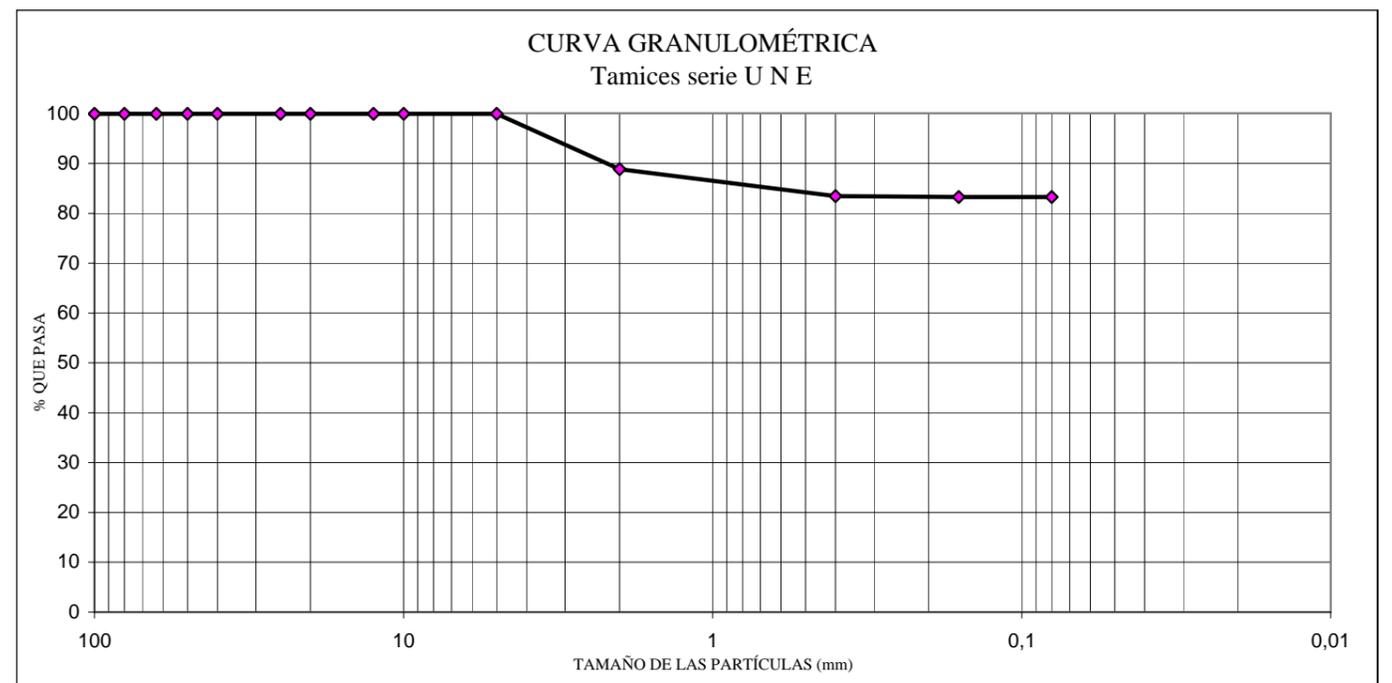
PROFUNDIDAD (m): 3,20-3,50

<b>GRUESOS: &gt; T-2</b>	
F+G+a:	50,3
G=>T-2:	5,6
<T-2+a:	44,7
<T-2 seco:	44,7
E = F+G:	50,3
<b>FINOS: &lt; T-2</b>	
S+A:	50,28
H.higr. %:	0,00
S:	50,28

<b>HUMEDAD HIGROSCÓPICA</b>	
T+S+A:	0,00
T+S:	0,00
TARA:	0,00
SUELO:	0,00
AGUA:	0,00
HUMEDAD %:	0,00
<b>% &gt; T-5: 0,0</b>	
<b>% &gt; T-2: 11,1</b>	
<b>% &lt; T-0.080: 83,3</b>	

Diámetro (mm)	SS (g)	% Retenido de la parte	% Pasa de la parte	% Pasa del total
100,0	0,0	0,0	100,0	100,0
80,0	0,0	0,0	100,0	100,0
63,0	0,0	0,0	100,0	100,0
50,0	0,0	0,0	100,0	100,0
40,0	0,0	0,0	100,0	100,0
25,0	0,0	0,0	100,0	100,0
20,0	0,0	0,0	100,0	100,0
12,5	0,0	0,0	100,0	100,0
10,0	0,0	0,0	100,0	100,0
5,0	0,0	0,0	100,0	100,0
2,0	5,6	11,1	88,9	88,9
0,40	3,0	6,0	94,0	83,5
0,160	3,2	6,3	93,7	83,3
0,080	3,2	6,3	93,7	83,3

OBSERVACIONES:





Laboratorio acreditado nº 03162SE01 por la Comunidad de Madrid s/ R.D.1230/89  
 Área de acreditación SE: "Ensayos de laboratorio de mecánica del suelo"

C/ Los Yébenes,73 - Local 7 - 28047 - MADRID.  
 Tlf: 91 509 97 33 - Fax: 91 717 53 90 - e-mail: ESGEYCO@teleline.es

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

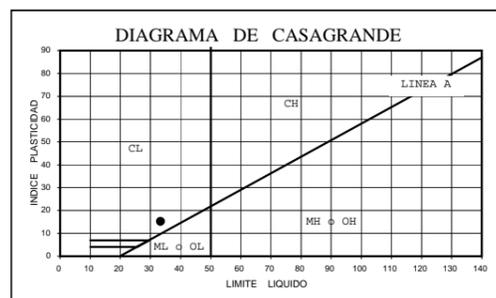
CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 3
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 04/05/07
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
NORMA UNE:103.103.94	
NORMA UNE:103.104.93	

SONDEO: S-18

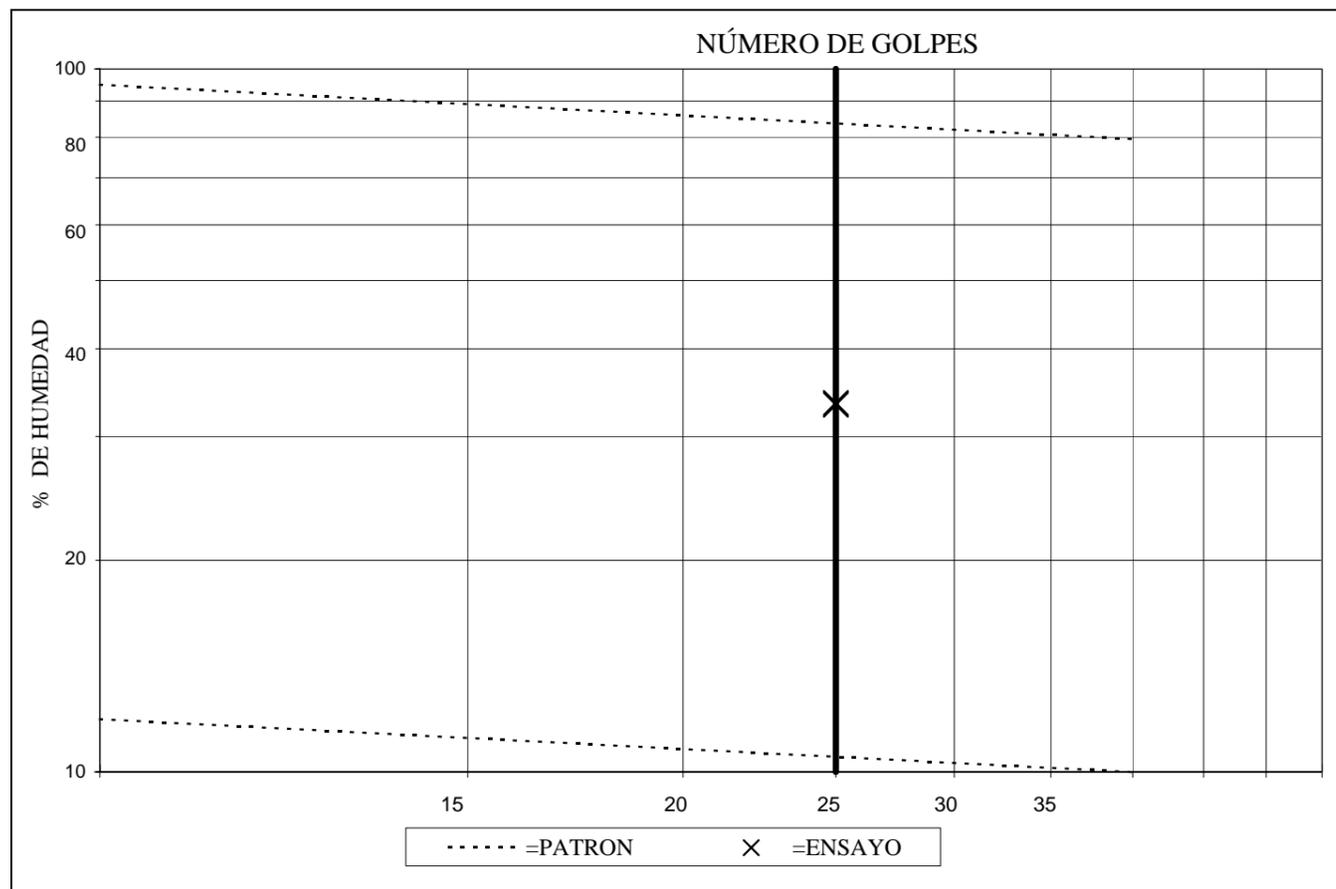
PROFUNDIDAD (m): 0,50-1,10

	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO	
	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 1	PUNTO 2
GOLPES	****	****	25	25
T + S + A	34,29	37,05	24,44	26,59
T + S	32,38	34,74	20,94	22,58
T	21,90	22,00	10,49	10,54
% HUMEDAD	18,2	18,1	33,5	33,3

LÍMITE LÍQUIDO:	33,4
LÍMITE PLÁSTICO:	18,2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	15,2



OBSERVACIONES:



Laboratorio acreditado nº 03162SE01 por la Comunidad de Madrid s/ R.D.1230/89  
 Área de acreditación SE: "Ensayos de laboratorio de mecánica del suelo"

C/ Los Yébenes,73 - Local 7 - 28047 - MADRID.  
 Tlf: 91 509 97 33 - Fax: 91 717 53 90 - e-mail: ESGEYCO@teleline.es

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

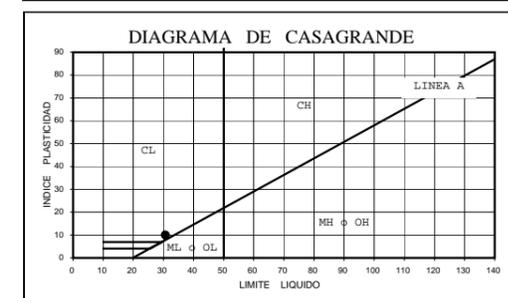
CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 4
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 07/05/07
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
NORMA UNE:103.103.94	
NORMA UNE:103.104.93	

SONDEO: S-18

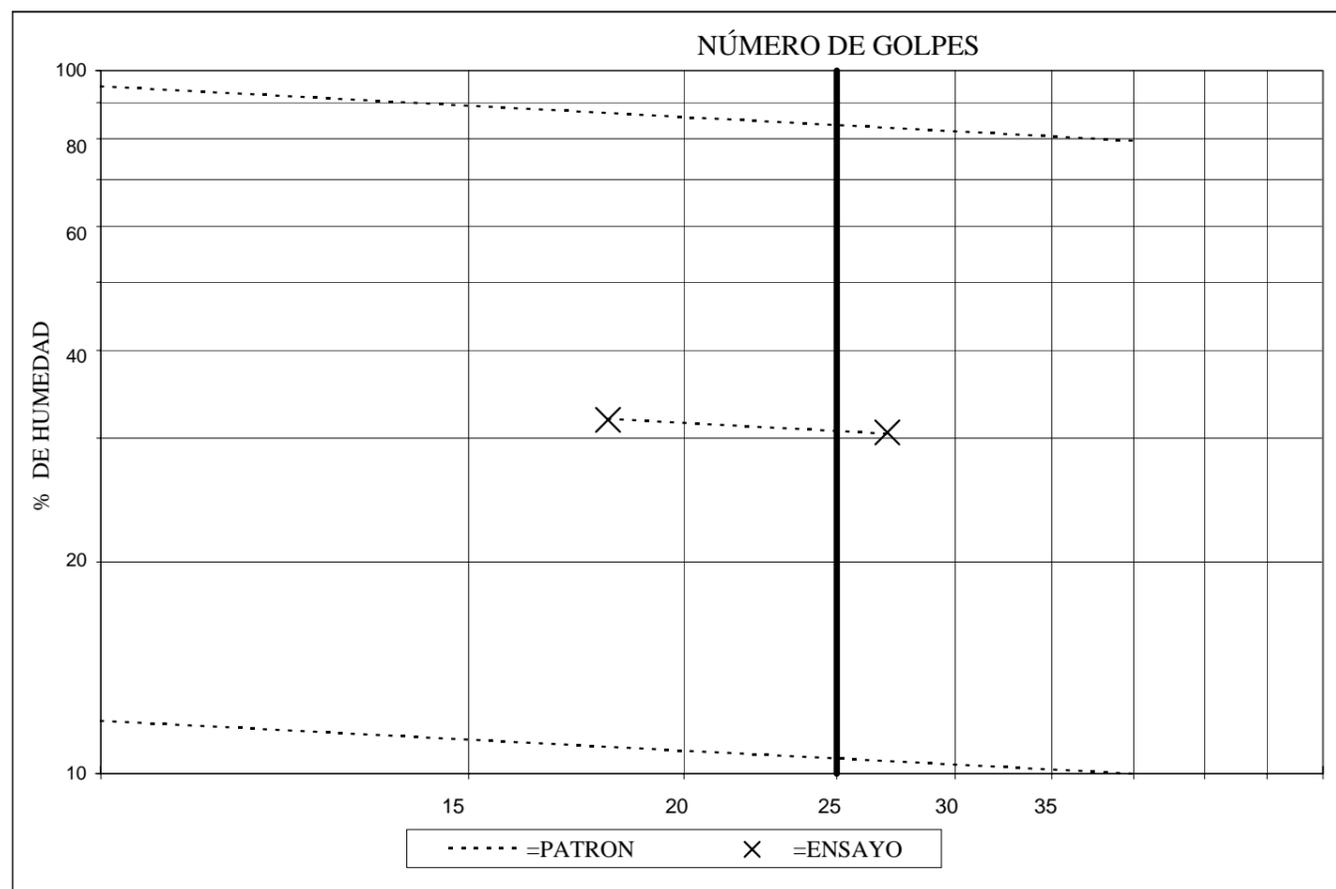
PROFUNDIDAD (m): 3,20-3,50

	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO	
	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 1	PUNTO 2
GOLPES	****	****	18	27
T + S + A	34,18	38,80	30,50	30,82
T + S	32,01	35,87	25,66	26,06
T	21,52	21,90	10,46	10,49
% HUMEDAD	20,7	21,0	31,8	30,6

LÍMITE LÍQUIDO:	30,7
LÍMITE PLÁSTICO:	20,8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	9,9



OBSERVACIONES:





C/Plomo, 21 - Nave 4 - P. I. Aimayr - 28330 - San Martín de la Vega (Madrid)  
Tfno. Fax: 916 917 705 - e-mail: esgeyco@wanadoo.es

Laboratorio oficialmente acreditado por la Comunidad de Madrid  
Área de acreditación GTL "Ensayos de laboratorio de geotecnia"

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 5
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: 0-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 07/05/07
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE</b>	
	NORMA UNE:103.400.93

SONDEO: S-18

PROFUNDIDAD (m): 0,50-1,10

DEFORM (%)	CARGA TOTAL (kp)	CARGA UNITARIA (kp/cm <sup>2</sup> )
1,0	0,55	0,02
2,0	0,97	0,03
3,0	0,55	0,02

DATOS DE LA PROBETA	
PESO HÚMEDO:	548,0 g
DIÁMETRO:	6,10 cm
ALTURA:	12,10 cm
DENSIDAD HÚMEDA:	1,55 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA:	1,42 g/cm <sup>3</sup>

HUMEDAD NATURAL	
TARA+SUELO+AGUA:	126,65 g
TARA+SUELO:	117,95 g
TARA:	22,23 g
HUMEDAD:	9,1 %

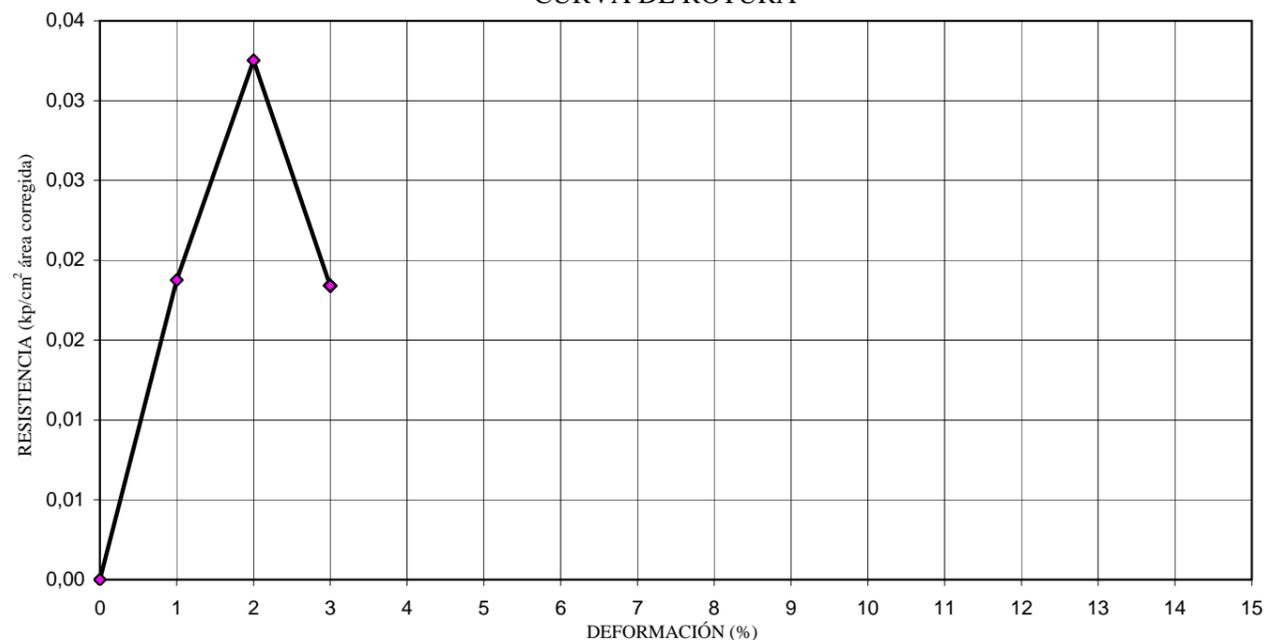
DEFORMACIÓN:	2,0 %
RESISTENCIA:	0,03 kp/cm <sup>2</sup>

FORMA DE ROTURA



OBSERVACIONES:

CURVA DE ROTURA



C/Plomo, 21 - Nave 4 - P. I. Aimayr - 28330 - San Martín de la Vega (Madrid)  
Tfno. Fax: 916 917 705 - e-mail: esgeyco@wanadoo.es

Laboratorio oficialmente acreditado por la Comunidad de Madrid  
Área de acreditación GTL "Ensayos de laboratorio de geotecnia"

El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 6
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: 0-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 03/05/07
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE</b>	
	NORMA UNE:103.400.93

SONDEO: S-18

PROFUNDIDAD (m): 3,20-3,50

DEFORM (%)	CARGA TOTAL (kp)	CARGA UNITARIA (kp/cm <sup>2</sup> )
1,0	60,94	1,52
2,0	117,73	2,92
3,0	175,90	4,31
4,0	232,68	5,65
5,0	283,09	6,81
6,0	246,53	5,87

DATOS DE LA PROBETA	
PESO HÚMEDO:	1110,0 g
DIÁMETRO:	7,10 cm
ALTURA:	11,60 cm
DENSIDAD HÚMEDA:	2,42 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA:	2,20 g/cm <sup>3</sup>

HUMEDAD NATURAL	
TARA+SUELO+AGUA:	130,99 g
TARA+SUELO:	120,99 g
TARA:	21,81 g
HUMEDAD:	10,1 %

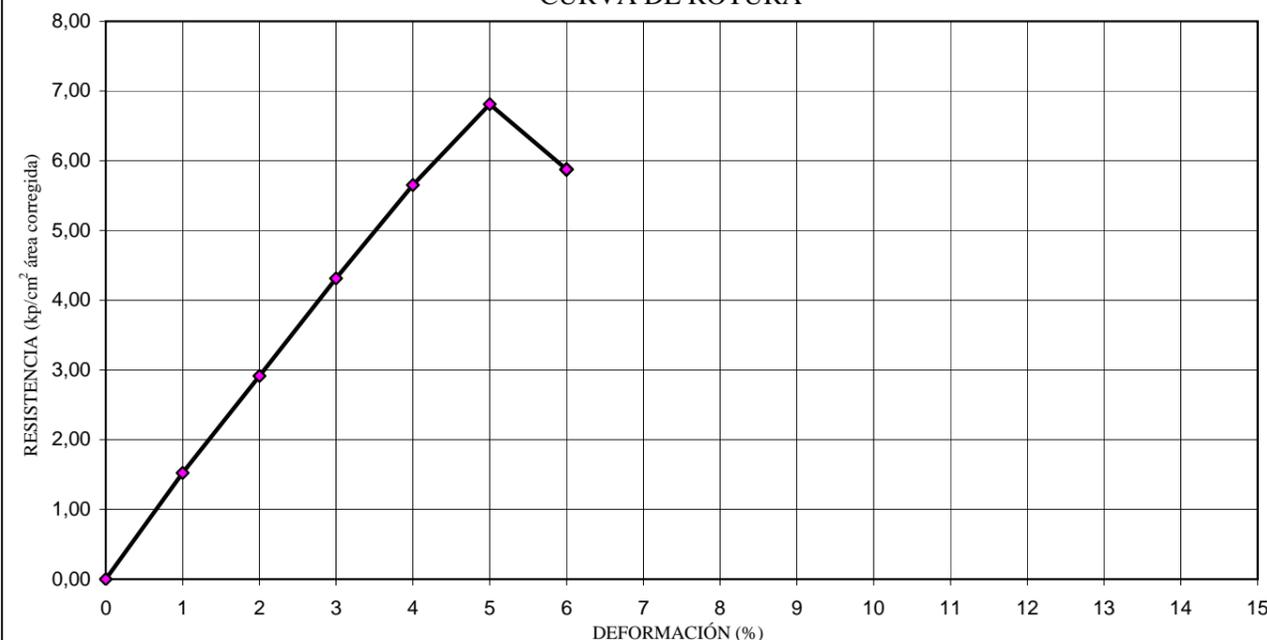
DEFORMACIÓN:	5,0 %
RESISTENCIA:	6,81 kp/cm <sup>2</sup>

FORMA DE ROTURA



OBSERVACIONES:

CURVA DE ROTURA





C/Plomo, 21 - Nave 4 - P. I. Aimayr - 28330 - San Martín de la Vega (Madrid)  
Tfno. Fax: 916 917 705 - e-mail: esgeyco@wanadoo.es

Laboratorio oficialmente acreditado por la Comunidad de Madrid  
Área de acreditación GTL "Ensayos de laboratorio de geotecnia"  
El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún  
consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 7
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 13/06/07
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN ROCAS</b>	
	NORMA UNE 22950-1/90

ENSAYO N°	1					
SONDEO N°	S-18					
COTAS	4,70 5,00					
ALTURA (cm)	10,62					
DIÁMETRO (cm)	7,00					
ÁREA (cm <sup>2</sup> )	38,48					
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	408,71					
PESO (g)	937,0					
DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	2,29					
RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	1,52					
CARGA DE ROTURA (kp)	4248					
RESISTENCIA (kp/cm <sup>2</sup> )	110,38					
FACTOR DE CORRECCIÓN	1,038					
RESISTENCIA FINAL (kp/cm <sup>2</sup> )	106,3					

OBSERVACIONES:



C/Plomo, 21 - Nave 4 - P. I. Aimayr - 28330 - San Martín de la Vega (Madrid)  
Tfno. Fax: 916 917 705 - e-mail: esgeyco@wanadoo.es

Laboratorio oficialmente acreditado por la Comunidad de Madrid  
Área de acreditación GTL "Ensayos de laboratorio de geotecnia"  
El presente informe sólo afecta a la/s muestra/s ensayada/s y no contiene ningún  
consejo ni recomendación derivados de los resultados obtenidos.

CLIENTE: <b>GEOS GEOTECNIA</b>	HOJA: 8
REFERENCIA: <b>MINISTERIO DE FOMENTO</b>	OBRA: O-526 C
LUGAR: <b>AUTOVÍA A-14 - TRAMO: LLEIDA-ROSSELLÓ</b>	FECHA: 08/05/07
<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>	
	NORMA UNE:103.401.98

SONDEO: S-18

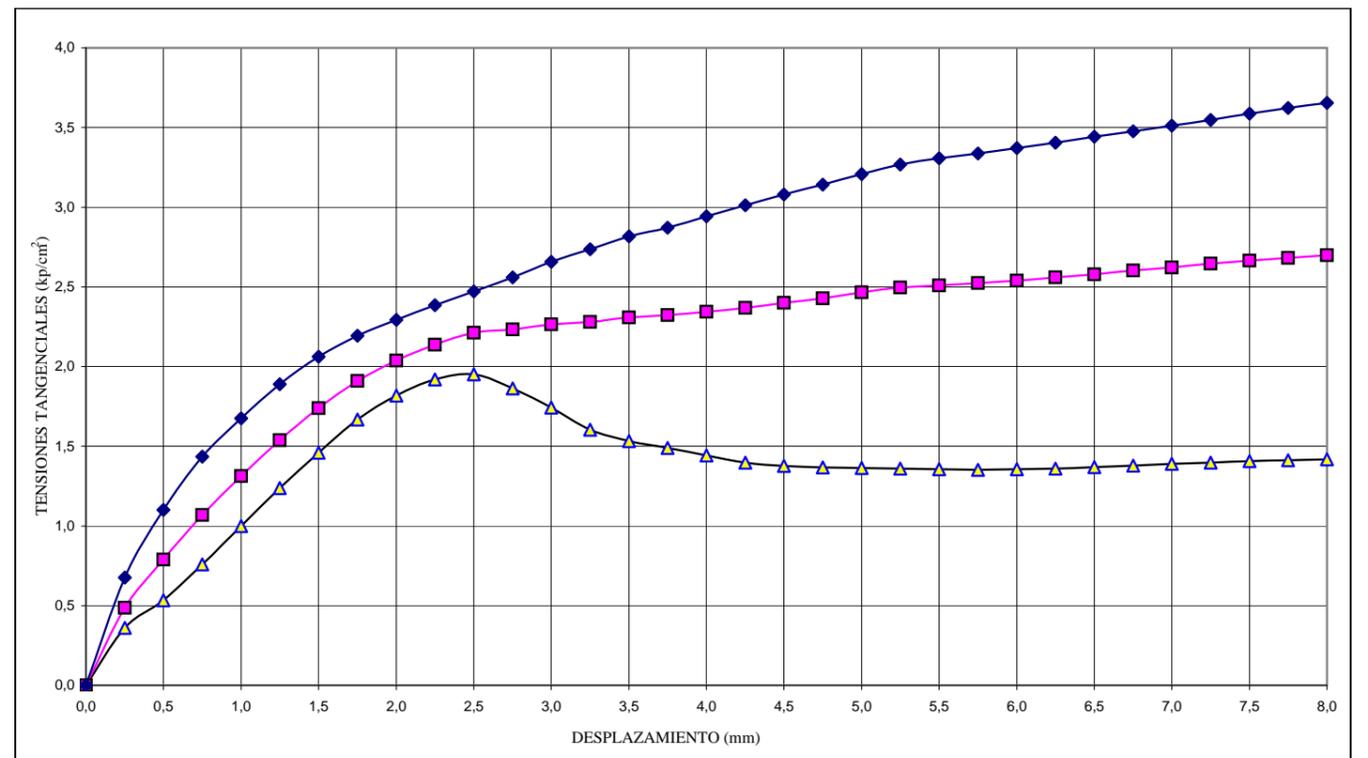
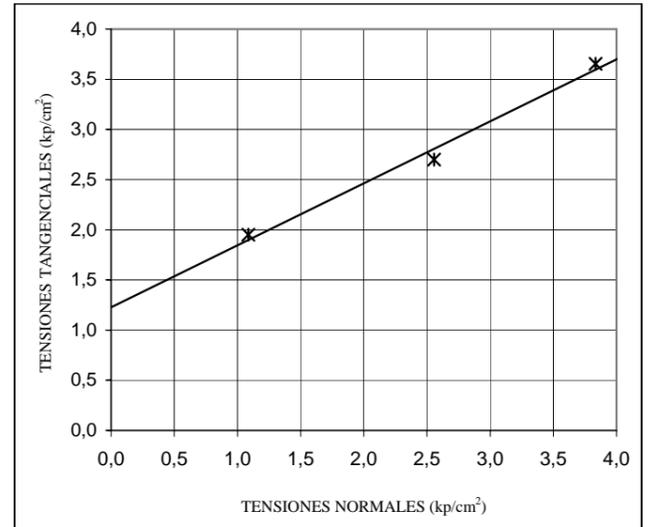
PROFUNDIDAD (m): 0,50-1,10

PROBETA	I	II	III
TENSIÓN NORMAL (kp/cm <sup>2</sup> )	1,09	2,56	3,83
TENSIÓN TANGENCIAL (kp/cm <sup>2</sup> )	1,95	2,70	3,65
HUMEDAD INICIAL (%)	9,8	9,9	9,7
HUMEDAD FINAL (%)	9,8	9,9	9,7
VELOCIDAD ROTURA (mm/min)	0,5	0,5	0,5
DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	1,77	1,78	1,78
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1,61	1,62	1,62

COHESIÓN: 1,23 kp/cm<sup>2</sup>  
ÁNGULO DE ROZAMIENTO: 31,7 °

TIPO DE ENSAYO: U.U.

OBSERVACIONES:



## APÉNDICE 3: LISTADO DE CANTERAS

**Excavacions Casanovas SL**

Pol. Ind. Camí de Benavent s/n, 25124 Rosselló, Lleida

T. 973730160

**Àrids Albesa S.L.**

Crta. de Menàrguens, km 1,5, 25135 Albesa, Lleida

T. 973186742

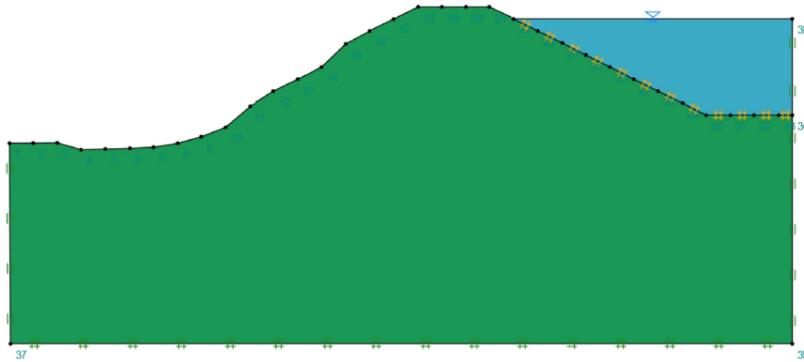
**Benito Arnó Planta Àrids**

C-26, 52, 25122 Ivars de Noguera, Lleida

T. 973761484

## APÉNDICE 4: CÁLCULO DIQUE Balsa RACÓ DEL CAPA

## Stage 1



### Nodes

Node	x (m)	y (m)
1	971.00	817.11
2	973.00	817.12
3	975.00	817.15
4	977.00	816.57
5	979.00	816.63
6	981.00	816.69
7	983.00	816.78
8	985.00	817.11
9	987.00	817.65
10	989.00	818.44
11	991.00	820.17
12	993.00	821.44
13	995.00	822.44
14	997.00	823.44
15	999.00	825.36
16	1001.00	826.44
17	1003.00	827.44
18	1005.00	828.44
19	1007.00	828.44
20	1009.00	828.44

21	1011.00	828.44
22	1013.00	827.45
23	1015.00	826.44
24	1017.00	825.44
25	1019.00	824.44
26	1021.00	823.44
27	1023.00	822.44
28	1025.00	821.44
29	1027.00	820.44
30	1029.00	819.44
31	1031.00	819.44
32	1033.00	819.44
33	1035.00	819.44
34	1036.12	819.44
36	1036.12	800.45
37	971.08	800.45
39	1036.12	827.45

### Solids

Face	Material
33-34-32-31-30-29-28-27-26-25-24-23-22-39	Water
34-36-37-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33	MC Clay bestehende

### Features

#### Flow BC

Edge	Type	Begin hs (m)	End hs (m)	Begin ps (kPa)	End ps (kPa)	Side
22-23	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
23-24	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
24-25	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
25-26	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
26-27	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
27-28	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
28-29	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
29-30	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
30-31	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
31-32	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
32-33	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left

33-34	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
-------	---------	----	----	------	------	------

### Support

Edge	Support	Relaxation	Relaxation Factor, $\alpha$
34-36	Normal	No	0.5
36-37	Full	No	0.5
37-1	Normal	No	0.5
34-39	Normal	No	0.5

### Water Table

Edge/Node
22-39

### Materials

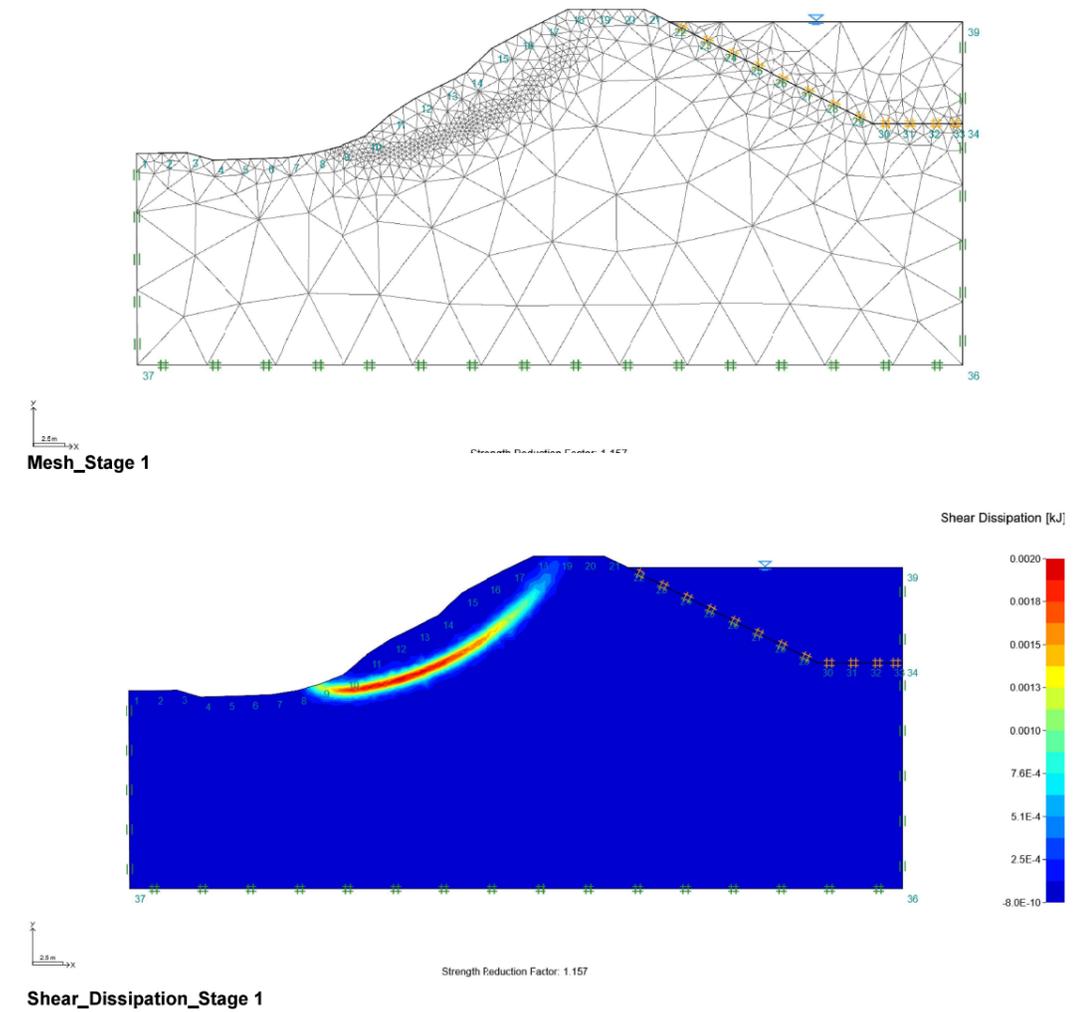
#### Water

Color	
Material Type	Fluid
K (MPa)	2200
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	9.8

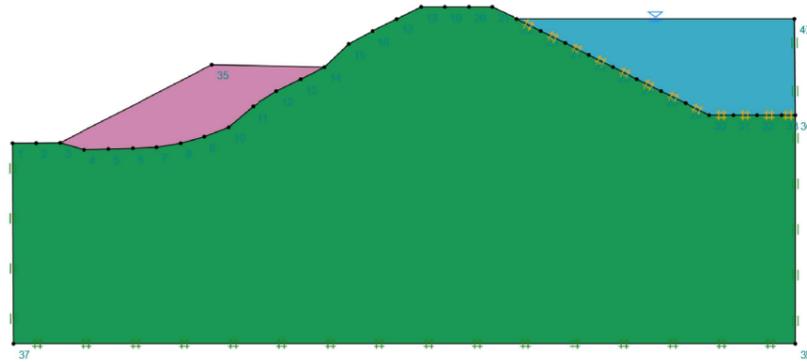
#### MC Clay bestehende

Color	
Material Type	Mohr-Coulomb
E (MPa)	25
$\nu$ (-)	0.3
c (kPa)	10
$\phi$ (°)	20
$\psi_0$ (°)	0
$k_t$ (kPa)	0
$\phi_t$ (°)	90
$\gamma_{dry}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20
$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20
$K_0$ (-)	0.66
$\sigma_0$ (kPa)	0
$K_x$ (m/day)	0.0001
$K_y$ (m/day)	0.0001
$h^*$ (m)	0.5

### Figures



## Stage 2



### Nodes

Node	x (m)	y (m)
1	971.00	817.11
2	973.00	817.12
3	975.00	817.15
35	987.61	823.64
5	979.00	816.63
6	981.00	816.69
7	983.00	816.78
8	985.00	817.11
9	987.00	817.65
10	989.00	818.44
11	991.00	820.17
12	993.00	821.44
13	995.00	822.44
14	997.00	823.44
15	999.00	825.36
16	1001.00	826.44
17	1003.00	827.44
18	1005.00	828.44
19	1007.00	828.44
20	1009.00	828.44

21	1011.00	828.44
22	1013.00	827.45
23	1015.00	826.44
24	1017.00	825.44
25	1019.00	824.44
26	1021.00	823.44
27	1023.00	822.44
28	1025.00	821.44
29	1027.00	820.44
30	1029.00	819.44
31	1031.00	819.44
32	1033.00	819.44
33	1035.00	819.44
34	1036.12	819.44
4	977.00	816.57
36	1036.12	800.45
37	971.08	800.45
40	1036.04	827.45

### Solids

Face	Material
35-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3	MC Sand neu
33-34-32-31-30-29-28-27-26-25-24-23-22-40	Water
34-36-37-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33	MC Clay bestehende

### Features

#### Flow BC

Edge	Type	Begin hs (m)	End hs (m)	Begin ps (kPa)	End ps (kPa)	Side
22-23	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
23-24	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
24-25	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
25-26	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
26-27	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
27-28	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
28-29	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
29-30	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
30-31	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left

31-32	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
32-33	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left
33-34	No Flow	10	10	-9.8	-9.8	Left

#### Support

Edge	Support	Relaxation	Relaxation Factor, $\alpha$
34-36	Normal	No	0.5
36-37	Full	No	0.5
37-1	Normal	No	0.5
34-40	Normal	No	0.5

#### Water Table

Edge/Node
22-40

### Materials

#### MC Sand neu

Color	
Material Type	Mohr-Coulomb
E (MPa)	35
$\nu$ (-)	0.25
c (kPa)	0
$\phi$ (°)	40
$\psi_0$ (°)	5
$k_t$ (kPa)	0
$\phi_t$ (°)	90
$\gamma_{dry}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20
$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20
$K_0$ (-)	0.43
$\sigma_0$ (kPa)	0
$K_x$ (m/day)	1
$K_y$ (m/day)	1
$h^*$ (m)	0.5

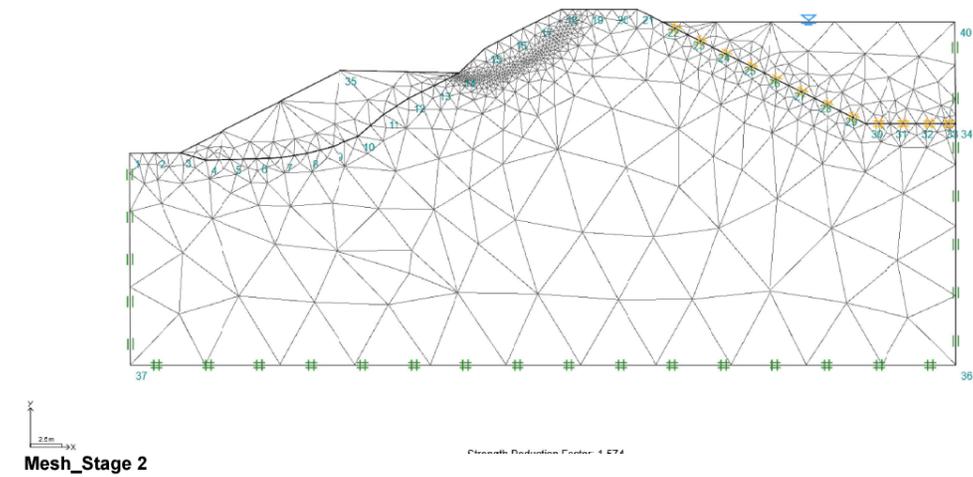
#### Water

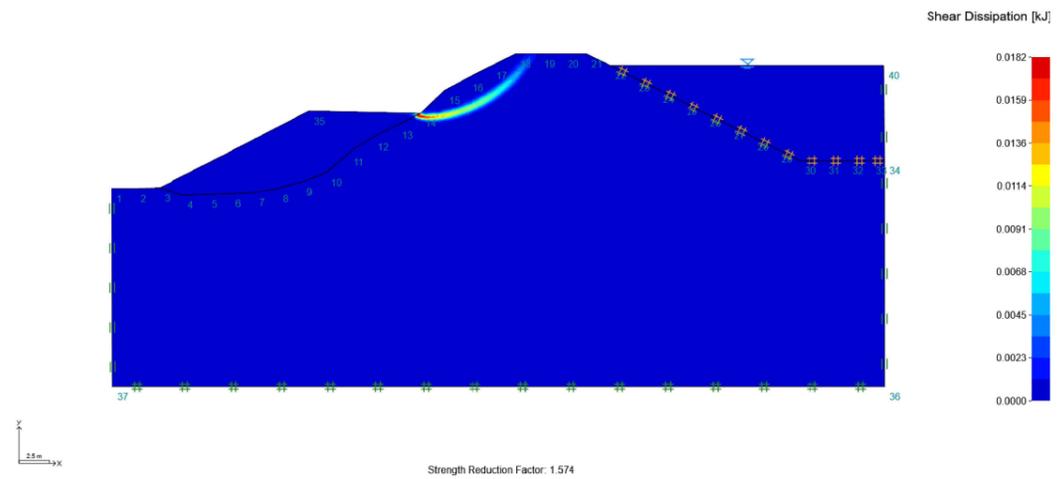
Color	
Material Type	Fluid
K (MPa)	2200
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	9.8

#### MC Clay bestehende

Color	
Material Type	Mohr-Coulomb
E (MPa)	25
$\nu$ (-)	0.3
c (kPa)	10
$\phi$ (°)	20
$\psi_0$ (°)	0
$k_t$ (kPa)	0
$\phi_t$ (°)	90
$\gamma_{dry}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20
$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20
$K_0$ (-)	0.66
$\sigma_0$ (kPa)	0
$K_x$ (m/day)	0.0001
$K_y$ (m/day)	0.0001
$h^*$ (m)	0.5

### Figures





Shear\_Dissipation\_Stage 2

=====  
 STAGE: Stage 1  
 ANALYSIS TYPE: Strength Reduction  
 ELEMENT TYPE: 6-node Gauss  
 TIME SCOPE: Long Term  
 =====

Running Seepage analysis  
 =====

ADAPT STEP	ITR	REDUCTION FACTOR	STABILITY
1	1	1,000E+00	Stable
1	2	2,000E+00	Unstable
1	3	1,500E+00	Unstable
1	4	1,250E+00	Unstable
1	5	1,125E+00	Stable
1	6	1,188E+00	Unstable
1	7	1,156E+00	Stable
1	8	1,172E+00	Stable
1	9	1,180E+00	Stable

Running Seepage analysis  
 =====

2	1	1,180E+00	Unstable
2	2	1,082E+00	Stable
2	3	1,131E+00	Stable
2	4	1,155E+00	Stable
2	5	1,167E+00	Unstable
2	6	1,161E+00	Unstable
2	7	1,158E+00	Unstable
2	8	1,157E+00	Stable

Running Seepage analysis  
 =====

3	1	1,157E+00	Unstable
3	2	1,127E+00	Stable
3	3	1,142E+00	Stable
3	4	1,149E+00	Stable

No OF TRIANGLES = 1191  
 No OF EDGES = 1874  
 No OF NODES = 636

BEST STRENGTH REDUCTION FACTOR = 1.157  
 =====

=====  
STAGE: Stage 2  
ANALYSIS TYPE: Strength Reduction  
ELEMENT TYPE: 6-node Gauss  
TIME SCOPE: Long Term  
-----

Running Seepage analysis  
-----

ADAPT ITR REDUCTION STABILITY  
STEP FACTOR  
-----

1	1	1,000E+00	Stable
1	2	2,000E+00	Unstable
1	3	1,500E+00	Stable
1	4	1,750E+00	Unstable
1	5	1,625E+00	Stable
1	6	1,688E+00	Unstable
1	7	1,656E+00	Unstable
1	8	1,641E+00	Unstable
1	9	1,633E+00	Stable

Running Seepage analysis  
-----

2	1	1,633E+00	Unstable
2	2	1,497E+00	Stable
2	3	1,565E+00	Stable
2	4	1,599E+00	Unstable
2	5	1,582E+00	Unstable
2	6	1,574E+00	Stable

Running Seepage analysis  
-----

3	1	1,574E+00	Unstable
3	2	1,534E+00	Stable
3	3	1,554E+00	Stable
3	4	1,564E+00	Stable

No OF TRIANGLES = 1263  
No OF EDGES = 2025  
No OF NODES = 663

BEST STRENGTH REDUCTION FACTOR = 1.574

