

# TRABAJO FINAL DE GRADO

---

---

‘PROYECTO DE REMODELACIÓN DE LA CARRETERA AB-519 ENTRE LOS TÉRMINOS  
MUNICIPALES DE CASAS DE LÁZARO Y PEÑARRUBIA (PROVINCIA DE ALBACETE)’

Documento 1 de 6

GEOTECNIA

**Autor** Ricardo Paños Palacios

**Titulación** Grado en Ingeniería de Obras Públicas

**Tutor** Francisco Javier Camacho Torregrosa

**Especialidad** Construcciones Civiles

Abril 2015



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## Índice

➤ Objeto .....	2
➤ Localización .....	2
➤ Trabajos realizados .....	2
❖ Calicatas	
❖ Ensayos de penetración dinámica	
❖ Ensayos de laboratorio	
➤ Definición y caracterización de unidades .....	3
➤ Criterios generales de diseño .....	4
➤ Explanada y coeficientes de paso .....	5

➤ **OBJETO**

La redacción de éste anejo tiene por objeto definir las características geotécnicas de los materiales localizados en la zona de afección del “Proyecto Básico de remodelación de trazado de la carretera AB-519 entre Casas de Lázaro y Peñarrubia (Provincia de Albacete).

Para ello se ha recurrido al estudio geotécnico utilizado en el proyecto “Nueva Carretera de acceso desde la N-430 a la carretera que lleva de Ossa de Montiel a Las Lagunas de Ruidera (provincia de Albacete)”. Dicho estudio se incluye como apéndice a este documento.

➤ **LOCALIZACIÓN**

La zona a la que pertenece el estudio se encuentra en el término municipal de Ossa de Montiel, en la provincia de Albacete, concretamente en la zona oeste del mismo.

Los resultados obtenidos serán tenidos en cuenta para la redacción del presente Proyecto Básico por las similitudes geológico-geotécnicas entre ambas zonas.



➤ **TRABAJOS REALIZADOS**

A continuación se resumen los trabajos realizados para analizar las características geológico-geotécnicas del terreno afectado.

Sobre las muestras obtenidas mediante calicatas se han realizado ensayos de laboratorio que arrojan la información detallada a continuación.

**-Calicatas**

Para el estudio del proyecto que nos ocupa se ha considerado la calicata CR-5, considerándose representativa de toda la extensión ocupada.

CALICATA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m.)	TOMA DE MUESTRA
CR-5	0.80	0.40-0.60 m

**-Ensayos de penetración dinámica**

Complementando a la toma de muestras, se ha realizado un ensayo de penetración dinámica tipo DPSH. Este ensayo tiene como objetivo la determinación de la compacidad de los recubrimientos cuaternarios, así como su espesor.

La localización de esta prueba puede observarse en el apéndice 1 de este mismo informe. Tanto el informe de este ensayo como de la calicata CR-5 se encuentran al final del presente documento.

**-Ensayos de laboratorio**

Los ensayos realizados se agrupan en los siguientes tipos:

- a) Ensayos de identificación: Tienen por objeto determinar la naturaleza del material: Se han realizado análisis granulométricos por tamizado, límites de Atterberg y clasificación de suelos según la carta de Casagrande.
- b) Ensayos de caracterización de Estado: Densidad seca, densidad aparente y humedad natural.
- c) Ensayos de compactación: Próctor Modificado para determinar la densidad seca máxima del suelo y la humedad óptima para la que se alcanza esa densidad. ensayos CBR.
- d) Ensayos químicos: Determinan de forma cualitativa y cuantitativa el contenido en arbonatos, sulfatos, sales solubles y materia orgánica.

ENSAYO Y NORMATIVA	Nº UNIDADES
Granulometría por tamizado (UNE 103-101:95)	1
Límites de Atterberg (UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93)	1
Próctor Modificado (UNE 103500:94)	1
Índice CBR (UNE 103502 :95)	1
Contenido Cuantitativo en Carbonatos (UNE 103200:93)	1
Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204:94 y UNE 103204:93)	1
Contenido Cuantitativo en Sulfatos (UNE 103202:95)	1
Contenido en Sales Solubles (NLT-114:99)	1

➤ **DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES**

En base a las prospecciones y resultados se ha establecido una unidad geológico-geotécnica.

**Unidad Qec:** Eluvio-coluvial. Suelos con predominio de tamaño grava y arena, con fragmentos calcáreos.

**Unidad Jec:** Jurásico calcáreo.

**Unidad SV:** Suelo vegetal.

**-Unidad de suelo vegetal.**

Según lo observado en la excavación de la calicata :

INVESTIGACIÓN	ESPESOR DE TIERRA VEGETAL (m.)
CR-5	0.20

Este espesor de tierra vegetal corresponde a terrenos cultivados o de monte bajo. Esta unidad se excavará y conservará para utilizarse posteriormente en la revegetación de taludes de desmontes y rellenos.

**-Unidad Qec. Suelos de alteración del sustrato Jurásico. Eluvio-coluvial**

Se compone de fragmentos de roca en matriz de arenas arcillosas, con fragmentos de caliza tamaño grava a bolo con forma irregular, subangulosa y un empaquetado irregular.

El carácter geomecánico de esta unidad viene dado por una compactación de tipo medio. En base a ello, puede decirse que la excavación de sus materiales integrantes es factible con medios mecánicos.

**Identificación y clasificación.**

Características Identificación de la Unidad Qec							
MUESTRA	Granulometría (% de pase por tamices UNE)				Límites Atterberg		
	20	2	0,40	0,08	LL	LP	IP
CR-5	76,5	36	19,1	12,3	26,7	16,7	10

Atendiendo a la clasificación de Casagrande, estas muestras se clasifican como GC y según el PG-3, serán suelos adecuados, tras un tamizado de los fragmentos de mayor tamaño.

Dados los escasos finos encontrados, estas muestras se clasifican como arcillas poco plásticas.

**Características de estado y químicas.**

Se incluyen aquí datos como el porcentaje de humedad, la densidad seca, el contenido en materia orgánica, en carbonatos, sulfatos y otras sales solubles, así como resultados de ensayos Próctor y CBR. A continuación se presenta una tabla resumen que incluyen los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio:

Características Estado, Químicos y de Compactación de la Unidad Qec							
MUESTRA	PROCTOR		CBR	Mat. Org. (%)	Carbonatos (%)	Sulfatos (%)	Sales solubles (%)
	$\gamma_{max}$ (t/m <sup>3</sup> )	W <sub>óptim</sub> (%)					
CR-5	2,12	8,7	86	0,5	25,6	0,01	0,04

Respecto a la densidad seca y la humedad natural dado el carácter granular de estas materiales no es posible su análisis dada la dificultad de obtener testigos inalterados representativos.

**Compactación y resistencia:**

En el ensayo Próctor Modificado se obtiene una densidad máxima de 2,12 gr/cm<sup>3</sup> y de 8,7 para la humedad óptima. El valor de CBR obtenido es de 87,8.

Dado que las características resistentes de esta unidad son difíciles de obtener en materiales granulares gruesos como en nuestro caso, se ha recurrido a valores normalizados justificados en la biografía técnica. Así se han obtenido los siguientes datos:

$\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$

$c = 0,1 \text{ t/m}^2$

$\phi = 30^\circ$

**Deformabilidad**

A través del ensayo de hinchamiento libre se ha obtenido:

Características de Deformabilidad de Qec	
MUESTRA	Hinchamiento libre (%)
CR-5	0,23

**-Unidad Jc. Jurásico, sustrato rocoso**

Esta zona aparece a lo largo de toda la traza mediante algunos afloramientos o bien a escasa profundidad respecto a la rasante del terreno.

Se trata de un macizo calizo-dolomítico recristalizado de colores rojizos, blanquecinos y pardos.

Desde el punto de vista hidrogeológico puede decirse que esta unidad es impermeable aunque el macizo en su conjunto puede permitir cierta percolación a través de sus diaclasas.

La capacidad portante de este material es buena, por lo que los rellenos pueden apoyarse sin ningún problema de asentamientos.

Las características de la matriz rocosa se obtienen de los ensayos realizados y son:

- Densidad: 2.7 t/m<sup>3</sup>.
- Resistencia a compresión simple (Ensayos compresión simple): 9-87 MPa. Con un valor medio de 55 Mpa, Roca de resistencia media según Jimenez Salas (1975).

Según los resultados obtenidos y las correlaciones basadas en la Clasificación de Bieniawsky se han deducido las siguientes características de los Macizos Rocosos:

- Separación entre diaclasas: 0.2-2 m. (Inspección in situ)
- RQD: 20- 45%. (Inspección in situ)
- INDICE RMR: 20-50 (Inspección in situ)
- Clas III.
- Calidad: Media-Buena

#### CONDICIÓN HIDROGEOLÓGICA

Aunque las calizas se consideran impermeables y por la fracturación pueden permitir cierto flujo o almacenamiento de agua de poca magnitud, a través de las calicatas se constata que en la zona por la que transcurre el trazado no se encuentra el nivel freático.

Desde el punto de vista hidrológico no se detectan problemas, el carácter accidentado de la zona tratada favorece el drenaje superficial.

#### ➤ CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

##### -DESMONTES

Según los estudios realizados y dado que los desmontes máximos son de aproximadamente 3 metros, el perfil es el siguiente:

- Suelo vegetal (0,2m)
- Suelos de alteración, arena gravosos, con matriz arena-arcillosa. Unidad Qec (0,8m).
- Calizas con variación en la profundidad del grado de alteración y fracturación (resto del perfil).

Por ello y, a pesar de que los resultados permiten pendientes 1 H:1,5 V, se opta por un desmonte con pendiente 1H:1V debido a la gran variabilidad de discontinuidades que presenta el terreno.

##### -MÉTODOS DE EXCAVACIÓN

Los métodos de excavación necesarios serán:

- Excavación en tierra: Materiales tipos suelo mediante retroexcavadora.
- Excavación en materiales de tránsito: Rocas alteradas y/o muy fracturadas por medios mecánicos potentes.

##### -ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

El material excavado, una vez eliminada la capa de tierra vegetal de potencia=0,2metros, será válido para ejecutar rellenos todo en uno. Si se separa la zona más superficial (entre 0,2 y 0,8 metros), esta zona será válida para utilizarse en formación de explanadas con suelos adecuados tras ser tamizada.

El perfil de desmonte sigue la siguiente estructura:

- El primer metro se consideran suelos granulares de la unidad Qec.
- Entre 1 y 3 metros encontramos materiales de la unidad Jc.

Estabilidad:

Se han realizado análisis tipo suelo y un estudio de discontinuidades para tener en cuenta la aparición de planos y cuñas inestables, desprendiéndose los siguientes resultados.

Hasta 1 m:

Cohesión: 10 KN/m<sup>2</sup>  
 Ángulo de rozamiento: 30°  
 Densidad: 1,8 gr/cm<sup>3</sup>

De 1 a 3 m:

Cohesión: 11 KN/m<sup>2</sup>  
 Densidad: 2,2 g/cm<sup>3</sup>

En el Apéndice 1 pueden consultarse todas las tablas y gráficos de resultados aportados por los ensayos.

#### -RELLENOS

Dadas las características de los materiales disponibles procedentes de relleno, se podrán ejecutar rellenos tipo terraplén con la unidad Qec y tipo Todo- uno con la unidad Jc. Teniendo en cuenta el poco espesor de la unidad Qec, se podrá optar por una excavación sin clasificar y utilizarse en conjunto como Todo-uno.

#### Uso de los materiales:

##### Jc y excavación sin clasificar de la unidad Jc y Qec.

- Aptos para relleno tipo todo-uno.
- Altura de tongada 40 cm (compactado).
- Compactación con rodillo vibratorio liso de más de más de 10 T (6 pasadas).
- Porosidad final inferior al 15 %.

##### Suelos de la unidad Qec.

- Materiales aptos para NÚCLEO, CIMIENTO Y CORONACIÓN DE TERRAPLENES.
- Aptos para conformar explanadas con la categoría de suelo adecuado (siempre que se tamicen los tamaños superiores a 100mm).
- Altura de tongada 30 cm (compactado).
- Pasada final con rodillo liso.
- Compactación exigida, densidad superior al 95 % del Próctor Modificado.
- Humedad tolerada -2 % del lado seco, +1 % del lado húmedo.

Finalmente se opta por pendiente en relleno de 3H:2V. Con estos ángulos los rellenos son estables y no tendrán excesivas deformaciones

#### CIMENTACIÓN DE LOS RELLENOS

Considerando la buena calidad de los materiales y la inexistencia de suelos blandos, sólo será necesario eliminar la capa de 0,2 metros de tierra vegetal.

-Asientos: Igualmente no son previsibles asientos importantes y, en caso de aparecer, se prevé que sean de forma rápida y durante la ejecución de los mismos.

-Drenaje: El trazado discurre por terrenos de buena compacidad, por lo que tanto por el tipo de material como por las características de la orografía, no se plantean problemas de drenaje.

#### ➤ EXPLANADA Y COEFICIENTES DE PASO

La explanada definida en proyecto es de tipo E1 y está formada por 0,40 m de zahorra artificial procedente de cantera y 0,10 m de mezclas bituminosas semidensas.

Mediante los ensayos de compacidad y estado se ha llegado a obtener que el porcentaje de aprovechamiento es cercano al 80%, valor que tomaremos en el presente trabajo para todo tipo de material de movimiento de tierras.

**CALICATA CR-5**

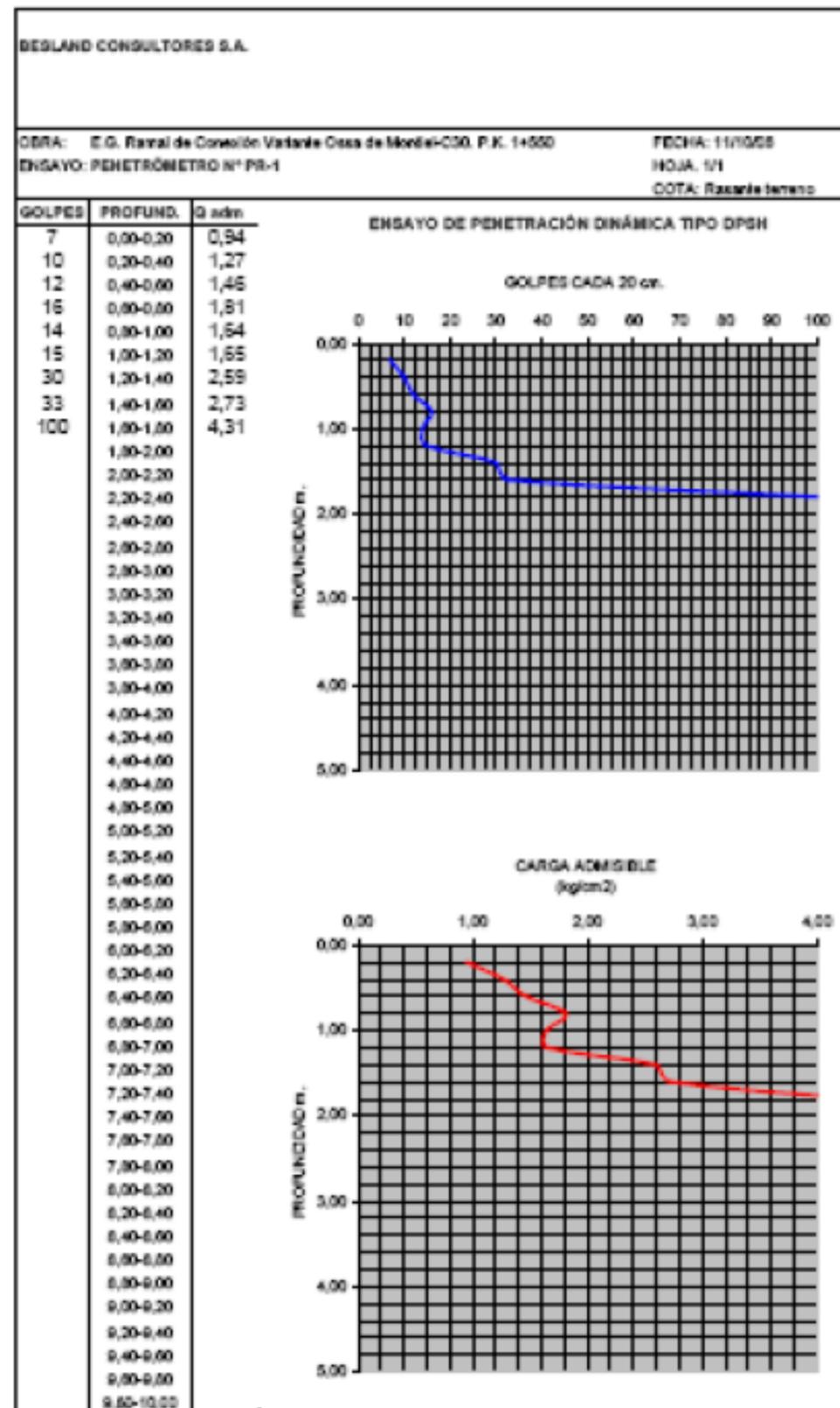
		OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO ACCESO DESDE N-430 A LA CARRETERA DE OSA A LAS LAGUNAS DE RUIDERA P.R.K.: Final trazado							
C/ Ziguera 19 28952 Madrid		CALICATA: CR-5	COTA INICIAL:						
		SUPERVISOR: SONIA VERDASCO	PROF. (m): 0,80 m						
		FECHA: 10/09/08	Z. Inf (m):						
(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN							
0,00-0,20 m		Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura-rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.							
0,20-0,60 m		Arena arcillosa rojiza con fragmentos de roca caliza tamaño grava, heterométricos, entre 2-10 cms y con formas irregulares. Presenta algún fragmento tamaño bdo de hasta 20 cms. Los fragmentos de roca son de una caliza blanquecina-rojiza alterada terrosa, bastante menos resistente que la roca sana. En los fragmentos aparecen quemaduras recristalizadas totalmente por cristales de caliza.							
0,60-0,80 m		Roca caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, a favor de zonas fracturadas, las cuales se presentan más rojizas-ocres, más terrosas, con quemaduras óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de caliza.							
		La roca se puede excavar hasta los 0,80 m, saliendo en fragmentos irregulares y heterométricos, desde tamaño grava hasta bolos de 50 cms.							
N.º:		Asentamiento: Roca caliza. Rechazo.							
REGISTROS CONTINUOS		MUESTRAS Y ENSAYOS							
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0,20-0,20 m	2	0,20-0,20 m	4	0,20-0,20 m	1				
0,20-0,60 m	2	0,20-0,60 m	3	0,20-0,60 m	1	0,40 m	MS		0,80 m
0,60-0,80 m	3	0,60-0,80 m	2	0,60-0,80 m	1				
A partir de 0,80 m	4	A partir de 0,80 m	1	A partir de 0,80 m	1				
(*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)									

**FOTOGRAFÍAS**



**RESULTADOS DE LABORATORIO**

Granulometría (% paso por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
75,5	36	19,1	12,3
Límites de Atterberg			
LL	LP	IP	
25,7	16,7	10	
Dens. máxima (t/m³)	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
2,12	8,7	86	25,6
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
0,5	0,04	0,01	SM



**ANEJO N° 7**  
**GEOTECNIA DEL CORREDOR**

## **ANEJO N° 7. GEOTECNIA DEL CORREDOR**

### **ÍNDICE**

	<b>Página</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA .....	1
1.4. INFORMACIÓN UTILIZADA.....	2
2. METODOLOGÍA Y TRABAJOS REALIZADOS.....	3
2.1. METODOLOGÍA.....	3
2.1.1. Recopilación y análisis de información.....	3
2.1.2. Cartografía y perfil geológico-geotécnico.....	3
2.1.3. Caracterización geomecánica .....	3
2.1.4. Cálculos y obtención de conclusiones.....	3
2.1.5. Redacción del Anejo.....	3
2.2. TRABAJOS REALIZADOS .....	3
2.2.1. Investigaciones de campo.....	4
2.2.2. Ensayos de penetración dinámica.....	4
2.2.3. Ensayos de laboratorio .....	4
3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA .....	5
3.1. DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS.....	5
3.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS .....	5
3.2.1. Unidad SV. Suelo Vegetal.....	5
3.2.2. Unidad Qec. Suelos de alteración del sustrato Jurásico. Eluvio-coluvial.....	5
3.2.3. Unidad Jc. Jurásico, sustrato rocoso .....	6
3.3. CONDICIÓN HIDROGEOLÓGICA. NIVEL FREÁTICO .....	8
4. DESMONTES.....	8
4.1. INTRODUCCIÓN.....	8
4.2. METODOLOGÍA.....	8
4.3. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO .....	9
4.4. MÉTODOS DE EXCAVACIÓN .....	9
4.5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD .....	9
4.5.1. Criterios empleados.....	9
4.5.2. Análisis realizados .....	11
5. RELLENOS .....	19
5.1. INTRODUCCIÓN.....	19
5.2. CRITERIOS DE USO DE LOS MATERIALES .....	19
5.3. CRITERIOS GENERALES Y SECCIÓN TIPO DE DISEÑO.....	19
5.4. CIMENTACIÓN DE LOS RELLENOS .....	19
5.5. PARÁMETROS E HIPÓTESIS DE CÁLCULO. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....	19
5.6. ANÁLISIS Y TRATAMIENTOS DE LOS RELLENOS.....	21
5.7. CUADRO RESUMEN DE RELLENOS .....	22
6. EXPLANADA.....	23
7. COEFICIENTE DE PASO.....	23
8. TABLA RESUMEN DEL CORREDOR .....	25

### **APÉNDICES**

APÉNDICE N° 1. PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA 1:5.000

APÉNDICE N° 2. PERFIL GEOTÉCNICO 1:5.000

APÉNDICE N° 3. REGISTROS DE CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS

APÉNDICE N° 4. ESTADILLO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

APÉNDICE N° 5. INFORMACIÓN RECOPIADA DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL.

APÉNDICE N° 6. ESTADILLOS DE LABORATORIO

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio geológico-geotécnico que constituye el presente Anejo tiene como objetivo definir las características geotécnicas de los materiales que yacen en el entorno de la Nueva Carretera de acceso desde la N-430 a la carretera que lleva de Ossa de Montiel a Las Lagunas de Ruidera (provincia de Albacete).

El trazado se ubica al oeste de Ossa de Montiel, discurriendo en dirección aproximada N.NW-S.SE, desde la futura Variante de Ossa de Montiel, en su entronque con la carretera N-430, hasta la carretera C-30 que da acceso a la localidad de Ossa por el SW.

La longitud del trazado es de aproximadamente un kilómetro y cuatrocientos veinte metros. La traza discurrirá a media ladera, con una pendiente en sentido Oeste-Este muy suave, sobre una morfología ligeramente alomada, cortando el terreno natural con desmontes de escasa altura, con alturas máximas de 2,5m. en la margen derecha, y rellenos igualmente de poca altura con una altura máxima de cuatro metros en el lado derecho.

### 1.1. ANTECEDENTES

En el anejo nº 3 (Geología y Procedencia de Materiales) de presente proyecto, se efectúa una descripción detallada de los materiales afectados, donde aparecen dos grandes grupos: las rocas calcáreas Jurásicas y las formaciones cuaternarias superficiales, que se corresponden con depósitos de tipo eluvio-coluvial, con espesor variable y de naturaleza areno-arcillosa que se muestran tapizando el sustrato rocoso.

Para la confección de este anejo se cuenta con el informe geotécnico realizado, para el Proyecto de Construcción de la Variante de Ossa de Montiel (Albacete). Dicho proyecto abarca un pasillo que recorre el ámbito norte de la población de Ossa de Montiel muy próximo al inicio de la zona de estudio, entroncado con el Ramal de Conexión en la carretera N-430, a la entrada de la localidad de Ossa por su lado oeste.

### 1.2. OBJETIVOS

A partir de la investigación in situ y del estudio geológico realizado se ha efectuado la caracterización geotécnica de los materiales de la traza, según los grupos geotécnicos establecidos que se resumen en dos grandes grupos:

- Rocas calcáreas fracturadas
- Rocas calcáreas alteradas y fracturadas.

Posteriormente se ha estudiado el comportamiento de estos materiales ante los diferentes elementos de la obra (desmontes y terraplenes), así como las soluciones a los posibles problemas que puedan plantearse.

Este análisis se efectúa de manera particularizada para cada desmonte y relleno, en su sección más representativa:

- En el caso de los desmontes, se especifica la pendiente diseñada, el tipo de material excavado, su aptitud para la construcción de los rellenos, el grado de excavabilidad, el coeficiente de paso y las posibles medidas de sostenimientos, etc.
- En el caso de los rellenos comprende, la pendiente adoptada, el posible material a utilizar, su puesta en obra, los tratamientos adoptados en el cimiento, etc.

Toda esta información se expone en el perfil geotécnico, indicando además de las litologías atravesadas y las características anteriormente comentadas, el espesor estimado de tierra vegetal y la clasificación de la explanada.

Por último dentro de los trabajos de gabinete se ha confeccionado el presente anejo.

### 1.3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de estudio se encuentra en el término municipal de Ossa de Montiel, en la provincia de Albacete.

La actuación proyectada se llevará a cabo en las inmediaciones de la población de Ossa de Montiel y al Oeste de la misma. Parte de la N-430 y finaliza en la C-30.

La situación general y de detalle del entorno a estudiar por este proyecto puede apreciarse en las Figuras 1, 2, y 3 que se adjuntan seguidamente





Figuras 1 y 2: Planos de localización del ámbito de estudio

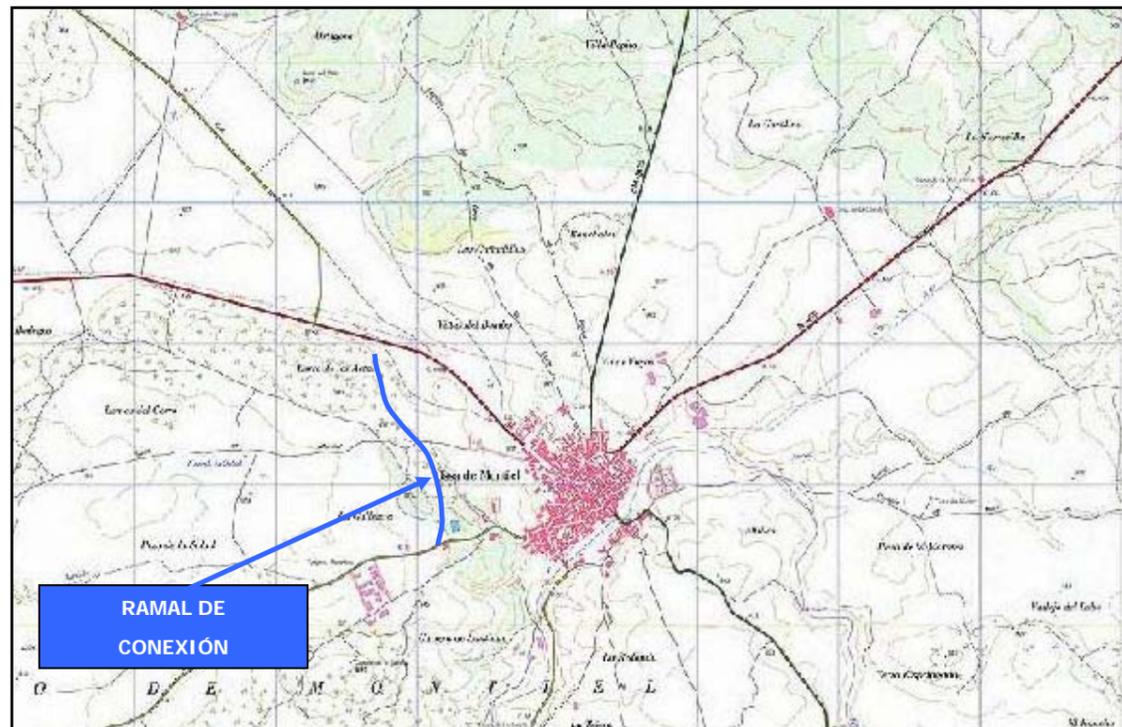


Figura 3: Situación del trazado en el entorno de Ossa de Montiel.

#### 1.4. INFORMACIÓN UTILIZADA

Con el objetivo de disponer de información previa y general sobre el ámbito objeto de estudio, en primer lugar se procedió a una revisión de la bibliografía geológica y geotécnica existente sobre el entorno.

Los documentos consultados fueron los siguientes:

- Mapa Geológico de España (MAGNA) del IGME, escala 1/50.000, El Bonillo, hoja nº 788.
- Mapa Geológico de España (MAGNA) del IGME, escala 1/200.000, Albacete, hoja nº 62.
- Mapa de Rocas y Minerales Industriales de España (MAGNA) del IGME, escala 1/200.000, Albacete, hoja nº 62.
- Mapa Geotécnico de España del IGME, escala 1/200.000, Albacete, hoja nº 62.
- Gutiérrez Elorza, M, (1994) "Geomorfología de España", Edición coordinada.
- Libro Jubilar J. M. Ríos. Geología de España. IGME 1983.
- Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02.
- Normas Tecnológicas de la Edificación. Acondicionamiento del terreno. Cimentaciones, del Ministerio de Fomento.
- Ortofotos SIGPAC de identificación de parcelas agrícolas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. (2.002).
- El sistema hidrológico de Albacete (Mancha oriental): sus recursos en aguas subterráneas, utilización actual y posibilidades futuras. IGME 1980.
- Estudio Informativo para la Variante de Ossa de Montiel.
- Fase 1ª, trabajos previos, del Proyecto Constructivo para la Variante de Ossa de Montiel.
- Proyecto Constructivo. Carretera N-340, de Badajoz a Valencia por Almansa. P.K. 427,0 al 431,0. Tramo: Variante de Ossa de Montiel. Provincia de Albacete.
- Geotecnia y cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas. J. Jiménez Salas y J. L. de Justo Alpañes.
- Geotecnia y cimientos II. Propiedades de los suelos y de las rocas. J. Jiménez Salas, J. L. de Justo Alpañes Y A. Serrano.
- Manual de taludes del IGME, serie de Geotecnia.

## **2. METODOLOGÍA Y TRABAJOS REALIZADOS**

A continuación se expone la metodología utilizada para analizar y caracterizar, desde la perspectiva geológica y geotécnica, el marco en el que se centra la zona de estudio.

Además, se enumeran y describen los diferentes trabajos realizados en el ámbito de estudio, para conocer las características geológicas locales, los condicionantes geotécnicos y la utilidad de materiales.

### **2.1. METODOLOGÍA**

#### **2.1.1. Recopilación y análisis de información**

En primer lugar se procedió a la recopilación de todas aquellas publicaciones y todos aquellos trabajos existentes sobre el entorno a investigar, a fin de obtener un primer conocimiento del carácter geológico local. La documentación que se consultó fue la que se indica en el apartado 1.4. de este informe.

Un análisis detallado de todos estos trabajos, y muy especialmente de los Mapas Geológicos de la región, permitió centrar el área objeto de estudio dentro de un Marco Geológico que se describe más adelante.

Además se dispone del estudio geotécnico realizado, para el Proyecto de Construcción de la Variante de Ossa de Montiel situado muy próximo al inicio de la zona de estudio en el que se cortan los mismos materiales que en el proyecto que nos ocupa.

#### **2.1.2. Cartografía y perfil geológico-geotécnico**

Como base para la caracterización del ámbito de la actuación proyectada, se dispuso de un **plano topográfico** en formato digital (DWG). Sobre dicho documento, se elaboró, primeramente, una **cartografía geológico-geotécnica**, que refleja la disposición en planta de las unidades en que se ha diseccionado el territorio y que se describirán más adelante.

Los contactos que se dibujan en la cartografía delimitan entornos en los que yacen materiales de similares características litológicas, hidrogeológicas y geotécnicas, para los cuales cabe esperar una respuesta semejante frente a las solicitaciones de la obra proyectada. Para cada unidad se ha utilizado una trama de color y una denominación de letras significativas, siguiendo las indicaciones de la leyenda correspondiente.

La realización de este plano requirió la recopilación de toda la información obtenida en campo (puntos de observación directa del terreno -afloramientos, desmontes-, obras de reconocimiento – calicatas y sondeos) y en laboratorio. Todos estos datos permitieron, además, la elaboración de un **perfil geotécnico longitudinal** a la traza, que permite conocer la distribución de los diferentes materiales en profundidad y obtener una idea bastante aproximada de su disposición tridimensional.

#### **2.1.3. Caracterización geomecánica**

En la campaña de prospección geológico-geotécnica realizada para la investigación e identificación de los parámetros que rigen el comportamiento geomecánico de la zona, se han llevado a cabo los siguientes trabajos:

1. Excavación de calicatas
2. Toma de muestras alteradas en calicatas
3. Realización de ensayos de laboratorio
4. Realización de estaciones geomecánicas.
5. Además se cuenta con los sondeos, calicatas, penetrómetros y ensayos realizados en el Proyecto de la variante de Ossa de Montiel, que arrojan una información muy valiosa al cortar los mismos materiales.

#### **2.1.4. Cálculos y obtención de conclusiones**

Una vez recopilada toda la información de campo y laboratorio, se procedió al análisis de la misma, con el objetivo de establecer parámetros característicos de cada unidad geológico-geotécnica.

Así, se establecieron primeramente las Características de Identificación y Clasificación, de Estado, de Resistencia y de Deformabilidad de los diferentes materiales del sustrato. Con estos datos, se realizaron cálculos de estabilidad de taludes y rellenos, y se establecieron las necesidades a la hora de realizar saneos y de conformar la explanada.

#### **2.1.5. Redacción del Anejo**

Tomando como punto de partida el resultado de todos los trabajos realizados, se procedió a la redacción del presente informe, recogiendo toda la información recopilada, los trabajos realizados in situ y en gabinete, los cálculos elaborados y las conclusiones obtenidas.

Todo ello se expone de forma separada en seis grandes capítulos: Geología, Características geológico-geotécnicas locales, Desmontes, Rellenos, Explanada y Estudio de materiales.

## **2.2. TRABAJOS REALIZADOS**

La campaña de investigación se ha planificado con el objetivo de cubrir toda el área de estudio, habiéndose planteado fundamentalmente para el reconocimiento completo de los materiales que conforman el sustrato del corredor interesado, tanto desde el punto de vista geológico como geotécnico, así como para determinar la calidad y utilidad de materiales.

El reconocimiento se ha basado en la realización de una serie de investigaciones "in situ", entre las que se incluyen: elaboración de cartografías temáticas, excavación de calicatas, toma de muestras y realización de estaciones geomecánicas. Todo ello permitió determinar las características geotécnicas de los materiales infrayacentes y establecer la posición del nivel freático local.

Sobre las muestras obtenidas del sustrato en las distintas prospecciones se han realizado ensayos de laboratorio, a fin de obtener los parámetros geotécnicos necesarios para la caracterización completa y detallada de cada tipo de material.

### 2.2.1. Investigaciones de campo

Este capítulo incluye una descripción detallada del tipo y características de investigaciones realizadas en el ámbito de estudio. La campaña de investigación in situ ha consistido en los siguientes reconocimientos:

- Cinco calicatas mecánicas CR-1, CR-2, CR-3, CR-4 y CR-5.
- Un ensayo de penetración dinámica (PR-1)

Además se cuenta con las siguientes investigaciones realizadas para el proyecto de la variante de Ossa de Montiel:

- Ocho ensayos de penetración dinámica (P-1, P-2, P-3, P-4, P-5, P-6 y P-7).
- Dos sondeos mecánicos (S-1 y S-2).
- Diez calicatas mecánicas (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9, CY-1)

Sus características concretas son las que se describen a continuación.

#### 2.2.1.1. Calicatas

Se excavaron un total de **5 calicatas**, distribuidas por el corredor objeto de estudio. Tales calicatas se ejecutaron mediante retroexcavadora mixta NEWHOLLAND LB- 115, hasta una profundidad máxima de unos 0.8 m. En sólo una de ellas se tomó muestra para el posterior análisis de las mismas en laboratorio, ya que en el resto se alcanzaba el sustrato rocoso antes de alcanzar cotas bajo el terreno de 0,5 m., y tener por encima suelos vegetales con potencias de entre 0,2 y 0,4m.

Las profundidades alcanzadas en cada una de ellas y, en su caso, la profundidad de toma de muestra se detallan a continuación:

CALICATA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m.)	TOMA DE MUESTRA
CR-1	0.40	NO
CR-2	0.40	NO
CR-3	0.40	NO

CALICATA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m.)	TOMA DE MUESTRA
CR-4	0.50	NO
CR-5	0.80	0.40-0.60 m

La situación de estas investigaciones se representa en las plantas y perfiles geotécnicos que se acompañan en los apéndices nº 1 y 2. Las columnas de detalle se incluyen en el apéndice nº 3.

### 2.2.2. Ensayos de penetración dinámica

Además de las calicatas, se procedió a la práctica de **1 penetración dinámica, tipo DPSH**. El objetivo de este ensayo ha sido el de determinar la compacidad de los recubrimientos cuaternarios, así como su espesor por encima del sustrato rocoso.

La penetración se designó con la notación PR-1 y alcanzó una profundidad de 1,60 m., registrando golpes elevados por encima de dicha cota.

La situación de esta investigación se representa en las plantas y perfiles geotécnicos que se acompañan en los apéndices nº 1 y 2. El estadillo correspondiente se incluye en el apéndice nº 4.

### 2.2.3. Ensayos de laboratorio

A partir de las muestras alteradas tomadas durante la realización de las calicatas, se han investigado las características geotécnicas de los materiales del terreno natural mediante la realización de ensayos de laboratorio. Tales ensayos han permitido cualificar el comportamiento geomecánico y geotécnico de los materiales que constituyen el sustrato local. Además para la caracterización de los materiales rocosos se ha contado con los testigos parafinados y de las muestras inalteradas, obtenidas de los sondeos realizados para la redacción del proyecto para la Variante de Ossa de Montiel.

Los ensayos realizados se agrupan en los siguientes tipos:

- a) Ensayos de identificación: Tienen por objeto determinar la naturaleza del material: Se han realizado análisis granulométricos por tamizado, límites de Atterberg y clasificación de suelos según la carta de Casagrande.
- b) Ensayos de caracterización de Estado: Densidad seca, densidad aparente y humedad natural.
- c) Ensayos de compactación: Próctor Modificado para determinar la densidad seca máxima del suelo y la humedad óptima para la que se alcanza esa densidad. ensayos CBR.
- d) Ensayos químicos: Determinan de forma cualitativa y cuantitativa el contenido en carbonatos, sulfatos, sales solubles y materia orgánica.

Más concretamente, los ensayos realizados son los que enumeran a continuación, incluyendo además la normativa seguida en cada caso concreto:

ENSAYO Y NORMATIVA	Nº UNIDADES
Granulometría por tamizado (UNE 103-101:95)	1
Límites de Atterberg (UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93)	1
Próctor Modificado (UNE 103500:94)	1
Índice CBR (UNE 103502 :95)	1
Contenido Cuantitativo en Carbonatos (UNE 103200:93)	1
Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204:94 y UNE 103204:93)	1
Contenido Cuantitativo en Sulfatos (UNE 103202:95)	1
Contenido en Sales Solubles (NLT-114:99)	1

Los estadillos correspondientes a estos ensayos se adjuntan en el apéndice nº 6.

Los ensayos recopilados a partir del proyecto para la Variante de Ossa se incluyen también en los grupos anteriores y, además, en los siguientes:

- Ensayos de resistencia:** Permiten conocer los parámetros de resistencia de los materiales "in situ". Son los ensayos de corte directo (consolidado drenado), y resistencia a la compresión simple.
- Ensayos de deformabilidad:** Determinan las condiciones de asiento de los materiales que forman el terreno natural. Son los ensayos de hinchamiento libre en edómetro y ensayo de colapso.

Sus resultados pueden verse resumidos en los registros de investigaciones del apéndice nº 5.

### 3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

En este capítulo se establece la caracterización geológico-geotécnica del ámbito concreto en estudio. Así, se realiza una descripción detallada de cada unidad, ofreciendo los datos analíticos disponibles para cada una.

#### 3.1. DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

En base a la información bibliográfica y a las prospecciones de campo y laboratorio realizadas, se ha llevado a cabo una caracterización geotécnica y geomecánica de los materiales de identificados en la zona de estudio. El objetivo es el de agrupar materiales de similares características y para los que cabe esperar una respuesta parecida frente a las actuaciones previstas.

Se ha diferenciado una **unidad geológico-geotécnica**, que se ha subdividido en dos en función de su grado de alteración y fracturación. Además, aunque dado su espesor no se ha representado en los planos se ha distinguido un nivel superficial de suelo vegetal:

- **Unidad Qec:** Eluvio-coluvial. Suelos con predominio de tamaño grava y arena, con fragmentos calcáreos.
- **Unidad Jc:** Jurásico calcáreo.
- **Unidad SV:** Suelo vegetal

Se ha realizado una **cartografía geológico-geotécnica**, que refleja la disposición en planta de las unidades diferenciadas, y un **perfil geotécnico longitudinal** a la traza, que permite conocer la distribución de los diferentes materiales en profundidad.

Las características específicas de cada unidad son las que se detallan a continuación, junto con los resultados de los ensayos de laboratorio practicados sobre cada tipo de material.

### 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

#### 3.2.1. Unidad SV. Suelo Vegetal

Según lo observado en las calicatas excavadas y en los sondeos perforados, los espesores de tierra vegetal son los siguientes:

INVESTIGACIÓN	ESPESOR DE TIERRA VEGETAL (m.)
CR-1	0.20
CR-2	0.30
CR-3	0.30
CR-4	0.40
CR-5	0.20

Como se puede apreciar, **la potencia media ronda los 0,30 cm.**, encontrándose un espesor mínimo de unos 20 cm. y una potencia máxima del orden de 0,40 m., correspondiente a entornos cultivados o parcialmente remocionados. Esta unidad se excavará y conservará dado que podrá utilizarse para la revegetación de taludes de desmontes y rellenos.

#### 3.2.2. Unidad Qec. Suelos de alteración del sustrato Jurásico. Eluvio-coluvial.

Con esta notación se ha designado al horizonte más superficial del Jurásico que conforma el sustrato local, caracterizado por presentarse muy alterado y fracturado, originando un suelo gravo-arenoso.

La unidad constituye un suelo geotécnico originado in situ por procesos de meteorización, a expensas del macizo rocoso infrayacente. Por tanto, si bien la formación conserva parte de la textura y estructura del macizo rocoso original, sus características geotécnicas son diferentes.

Según ha podido observarse, este nivel se presenta integrado por fragmentos de roca en matriz de arenas arcillosas, de tonos rojizos. Los fragmentos de caliza son heterométricos (tamaño grava a bolo), con forma irregular, subangulosa y un empaquetado irregular.

El conjunto muestra un espesor muy reducido, apareciendo las máximas potencias al final del trazado (CR-5) con potencia de 0,8m.

Los materiales descritos muestran buenas condiciones de permeabilidad, y dada su situación a media ladera y la porosidad que presenta no son esperables problemas de encharcamientos a acumulación de agua.

El carácter geomecánico de esta unidad viene dado por una compacidad de tipo medio. En base a ello, puede decirse que la excavación de sus materiales integrantes es factible con medios mecánicos.

El producto de arranque se considera apto para su reutilización para la conformación de cuerpos de rellenos. Como apoyo de cimentaciones, estos materiales admiten cargas medias, si bien dada la proximidad de la roca sana parece más adecuado evitar cimentar sobre ellos.

Dada la escasa potencia de esta unidad solo se cuenta con una muestra representativa para caracterizar geotécnicamente estos materiales, tomada en la calicata CR-5.

#### CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

Se incluyen aquí ensayos de granulometría y límites, a partir de cuyos resultados ha podido realizarse la clasificación USCS, según Casagrande. Se incluye una tabla con la clasificación de PG-3.

Características Identificación de la Unidad Qec							
MUESTRA	Granulometría (% de pase por tamices UNE)				Límites Atterberg		
	20	2	0,40	0,08	LL	LP	IP
CR-5	76,5	36	19,1	12,3	26,7	16,7	10

Según la clasificación de Casagrande, estas muestras se clasifican como GC y según el PG-3, serán suelos adecuados, tras un tamizado de los fragmentos de mayor tamaño.

Respecto a la plasticidad, los escasos finos de estas muestras se clasifican como arcillas poco plásticas.

#### CARACTERÍSTICAS DE ESTADO Y QUÍMICOS

Se incluyen aquí datos como el porcentaje de humedad, la densidad seca, el contenido en materia orgánica, en carbonatos, sulfatos y otras sales solubles, así como resultados de ensayos Próctor y CBR. A continuación se presenta una tabla resumen que incluyen los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio:

Características Estado, Químicos y de Compacidad de la Unidad Qec							
MUESTRA	PROCTOR		CBR	Mat. Org. (%)	Carbonatos (%)	Sulfatos (%)	Sales solubles (%)
	$\gamma_{max}$ (t/m <sup>3</sup> )	W <sub>optim</sub> (%)					
CR-5	2,12	8,7	86	0,5	25,6	0,01	0,04

Respecto a la densidad seca y la humedad natural dado el carácter granular de estas materiales no es posible su análisis dada la dificultad de obtener testigos inalterados representativos.

El contenido de materia orgánica en la muestra ensayada es de 0,5%. Los sulfatos presentan un valor de 0,01%.

#### CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN Y RESISTENCIA

El valor del PM realizado arroja valores para la densidad máxima de 2,12 gr/cm<sup>3</sup> y de 8,7 para la humedad óptima. El valor del índice de CBR obtenido es de 87,8.

Las características resistentes de esta unidad son difíciles de determinar mediante ensayos de laboratorio, dada la dificultad de obtener muestras inalteradas representativas en materiales granulares gruesos como los que nos ocupan, por lo que se suele recurrir a valores normalizados basados en correlaciones, ampliamente justificados en la bibliografía técnica.

A partir de estos valores de un modo conservador adoptaremos para los cálculos los siguientes parámetros resistentes:

$$\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0,1 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 30^\circ$$

#### CARACTERÍSTICAS DE DEFORMABILIDAD

El grado de deformabilidad de esta unidad se ha evaluado a partir de un ensayo de hinchamiento libre, cuyo resultado fue el siguiente:

Características de Deformabilidad de Qec	
MUESTRA	Hinchamiento libre (%)
CR-5	0,23

#### **3.2.3. Unidad Jc. Jurásico, sustrato rocoso**

Con esta notación se designa al macizo rocoso que conforma el sustrato rocoso del entorno objeto de estudio. Su presencia se ha hecho patente en toda la zona, encontrándose que el tipo pétreo aflora en gran parte de la misma, o bien que se sitúa a escasa profundidad respecto a la rasante actual del terreno.

Se trata de un macizo rocoso calizo-dolomítico recristalizado de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, a favor de zonas fracturadas, las cuales se presentan más terrosas, con tonalidades rojizas-ocres, y oquedades oxidadas y recristalizadas por cristales centimétricos de calcita. Se

define por tener una estructura en bancos de espesor generalmente decimétrico y un diaclasado medianamente denso, que individualiza bloques de morfología irregular.

Desde el punto de vista hidrogeológico, puede decirse que la unidad Jc es impermeable, si bien el conjunto del macizo rocoso puede permitir cierto grado de percolación a través de la red de diaclasado. El drenaje de aguas de precipitación se desarrolla principalmente por escorrentía superficial, con una efectividad aceptable.

Geomecánicamente, cabe indicar que el macizo rocoso registra una resistencia elevada, por lo general, de tipo R3-R4, de manera que puede interpretarse que su resistencia a compresión simple oscilará entre 25 y 100 MPa. Se trata de un horizonte adecuado para el apoyo de cimentaciones, admitiendo cargas de medias a elevadas.

Las zonas superficiales, en las que se situarán las actuaciones geotécnicas a realizar precisarán de ripado, sein afectar a los desmontes a ejecutar y partir de 10-12 m., precisarán de voladuras para su excavación.

En taludes artificiales se aprecia que se trata de rocas, donde los condicionantes geotécnicos que pueden aparecer suelen ser de escasa importancia, por los que no se prevén problemas constructivos.

La capacidad portante de estos materiales es buena, por lo que los rellenos podrán apoyarse directamente sin que aparezcan problemas de asentos.

El material excavado en zonas alteradas (que son las zonas cortadas en desmonte) podrá utilizarse como Todo-Uno, y en macizo sano como pedraplén.

#### Matriz rocosa

Para conocer las características geotécnicas de la matriz rocosa se dispone de los ensayos realizados en La Variante de Ossa de Montiel, en los que se obtiene los siguientes resultados:

- Densidad: 2.7 t/m<sup>3</sup>.
- Resistencia a compresión simple (Ensayos compresión simple): 9-87 MPa. Con un valor medio de 55

Mpa, Roca de resistencia media según Jimenez Salas (1975).

A partir de las calicatas realizadas se sabe que estoa materiales no son excavables.

A continuación se presentan los ensayos disponibles en esta unidad, extraídos del Estudio Geotécnico elaborado en su día para la redacción del Proyecto para la Variante de Ossa de Montiel, a partir de muestras tomadas en sondeos.

Muestras tomadas del sondeo S-2 realizado para la Variante de Ossa de Montiel.						
INVESTIGACIÓN	PROFUNDIDAD			DENSIDAD	HUMEDAD	R.C.S.
	PROF. INICIAL	PROF. FINAL	PROF. MEDIA	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	%	q <sub>u</sub> (Mpa)
S-2	11,00	11,20	11,10	2,690	2,2	68,300
S-2	13,50	13,70	13,60	2,710	1,1	87,400
S-2	14,80	15,00	14,90	1,370	0,3	9,500
MEDIA				2,257	1,3	55,067
MAXIMO				2,710	2,2	87,400
MINIMO				1,370	0,3	9,500
NUMERO DE DATOS				3,000	3	3,000
DESVIACION				0,768	0,8	40,601

#### Características de las discontinuidades:

A partir de las estaciones geomecánicas realizadas para el estudio de la Variante de Ossa de Montiel (recopiladas en el apéndice nº 5 de este Anejo), se obtienen las siguientes características geotécnicas de los planos de discontinuidad.

- Las juntas son en general Onduladas-rugosas y Onduladas planas, presentándose abiertas y con relleno arcilloso y en ocasiones, pequeñas costras carbonatadas de aproximadamente 2 centímetros. La continuidad lateral es de baja a moderada, pudiendo seguir la junta desde menos de 1 metro hasta 3 metros. Suelen incluir rellenos limosos y arcillosos,

- Ángulo de rozamiento básico.: 35° (til-test Inspección in situ).

Respecto a la disposición estructural, la información global obtenida de las estaciones geomecánicas realizadas para el estudio de la Variante de Ossa de Montiel nos indica que existe una alta variabilidad en las discontinuidades, manteniéndose una estratificación pseudohorizontal en toda la zona. Las familias principales se presentan en el cuadro adjunto:

MACIZO	PLANO	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO (°)	BUZAMIENTO (°)
Calizas Jurásicas	S1	180	9
	J1	194	86
	J2	21	68
	J3	111	81
	J4	238	62
	J5	163	74

#### Características del Macizo rocoso

Se trata, como se ha dicho, de un macizo rocoso integrado por tipos pétreos meteorizados en grado III o inferior, que yace afectado por una red de fracturación de apertura media.

El golpeo con la piqueta en afloramientos ha permitido deducir que se trata de materiales con resistencia entre tipo R3 y R4, es decir, se trata de una roca moderadamente dura a dura a la que pueden atribuirse valores de resistencia a compresión simple dentro del rango de 25-100 MPa

A partir de los datos obtenidos en el inventario de Taludes y en las Estaciones Geomecánicas y con correlaciones basadas en la Clasificación de Bieniawsky se han deducido las siguientes características de los Macizos Rocosos:

- Separación entre diaclasas: 0.2-2 m. (Inspección in situ)
- RQD: 20- 45%. (Inspección in situ)
- INDICE RMR: 20-50 (Inspección in situ)
- ClaseIII.
- Calidad: Media-Buena

- A partir de los datos recopilados en la perforación del sondeo S-2 realizado para el estudio de la Variante de Ossa de Montiel, la formación puede dividirse en dos subunidades, una zona superior altamente fracturada con un RQD de 0% (RMR 20) y una zona más sana a partir de 7-8m con un RQD del orden del 35 % (RMR 40-50). Dada la escasa altura de los desmontes sólo se afectará a la zona superior con RQD de 0%.

### **3.3. CONDICIÓN HIDROGEOLÓGICA. NIVEL FREÁTICO**

Las calizas se consideran impermeables, aunque localmente a partir de la fracturación y/o a fenómenos de disolución puedan permitir cierto flujo de agua e incluso permitir la formación de acuíferos, pero a efectos del movimiento de tierras, los niveles acuíferos no tendrán influencia dado que se sitúan a cotas muy por debajo de la cota de rasante.

Localmente, podrían aparecer niveles freáticos superficiales asociados a zonas de fracturación en las calizas superficiales, pero aun de existir serían de poca magnitud y fácilmente agotables.

En la zona por donde discurre el trazado, con la ayuda de las calicatas, se infiere la no existencia de un nivel freático por encima de la cota de rasante.

Dada la presencia de pequeñas potencias de materiales rocosos muy fracturados y alterados en zona superficiales puede ocurrir que exista un cierto flujo de agua en la zona superficial limitada por el contacto de estos suelos con la roca, aunque este flujo será muy limitado, por lo que no es previsible la aparición de flujos importantes de agua en la excavación de los desmontes.

Desde el punto de vista hidrológico tampoco son de esperar problemas, dado que el relieve alomado y el discurrir del trazado por una ladera se favorecen el drenaje superficial.

## **4. DESMONTES**

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo global del estudio de los desmontes es triple. De una parte decidir el talud apropiado y verificar su estabilidad general, especificar los métodos de excavación más adecuados y por último, estudiar la utilización en los rellenos de los materiales excavados.

Para el análisis de estabilidad general es preciso conocer el tipo de material, las discontinuidades cuando son materiales rocosos, las condiciones hidrogeológicas y las propiedades de resistencia al corte de la masa del material y/o de sus discontinuidades.

Para el estudio de los métodos de excavación, así como su posible utilización de en los rellenos, es preciso caracterizar los mismos, según su resistencia, disposición, índice de alterabilidad y resto de propiedades geotécnicas y por otra parte, decidir los métodos de excavación que proporcionarán los tamaños adecuados para cada tipo de relleno, (terraplenes, pedraplenes y todo-uno).

### **4.2. METODOLOGÍA**

De una manera general, deben distinguirse dos tipos de taludes, cuyo comportamiento y métodos de diseño y cálculo, son muy diferentes:

- Taludes en macizos rocosos diaclasados, donde la rotura se desarrolla fundamentalmente a favor de las discontinuidades y diaclasas. Las masas inestables son rígidas y la excavación requiere voladura y/o escarificado.

- Taludes en suelos, donde la rotura se desarrolla a lo largo de superficies de rotura generales. Las masas inestables no son rígidas y pueden sufrir deformaciones y distorsiones durante la rotura y la excavación puede hacerse por medios mecánicos convencionales.

En la zona de estudio se ejecutarán desmontes básicamente sobre Rocas calizas de resistencia media (Jc), las cuales han estado sometidos ha esfuerzos tectónicos, lo que origina una alta red de fracturación. Se trata de rocas, fracturadas y con grados de alteración variable, que precisan un estudio de discontinuidades. Dada la alta fracturación también precisan de un estudio frente a roturas circulares, ya que pueden llegar a comportarse como un suelo granular.

La unidad definida como Qec se puede considerar como un suelo granular formado por fragmentos de rocas y matriz areno arcillosa por lo que el estudio de de limita a roturas circulares.

La metodología seguida ha consistido en lo siguiente:

### 4.3. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Los desmontes a realizar en el tramo presentan características muy similares, con alturas inferiores a 2,5m., en el eje, pudiendo alcanzar los 3 metros en el lado izquierdo. El perfil tipo es el siguiente:

- Suelo vegetal (0,2-0,4m.)
- Suelos de alteración, areno gravosos, con matriz areno-arcillosa. Unidad Qec (de 0,2 a 0,8m).
- Calizas con variación en la profundidad del grado de alteración y fracturación (resto del perfil).

Es por esto que en el estudio de estabilidad, se ha procurado normalizar los taludes, diseñando una pendiente de 1H:1V.

No se han diseñado con pendientes superiores debido a que, aunque según los cálculos realizados aguantarían pendientes de 1H:1,5V, dada la gran variabilidad de discontinuidades existentes, pueden aparecer pequeños bloques que podrían caer a la calzada, lo que obligarían a situar en la pared del talud medidas de protección basados en mallas y cuentones a pie de talud. Para pendientes de 1H:1V esta casuística se reduce en gran medida. Y además así se evita diseñar los taludes con un cambio de pendiente para la zona más superficial formada por la unidad Qec.

### 4.4. MÉTODOS DE EXCAVACIÓN

Los métodos de excavación en cada desmonte se han representado en el perfil geotécnico, y en la tabla resumen de desmontes. Los métodos de excavación definidos han sido:

- Excavación en tierra: Materiales tipo suelo, la excavación se puede realizar mediante retroexcavadoras.
- Excavación en materiales de Tránsito: rocas alteradas y/o muy fracturadas, excavables por medios mecánicos potentes, martillos neumáticos o ripper.

### 4.5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

#### 4.5.1. Criterios empleados

Dado la escasa altura de los mismos (inferior a 3 m., en el eje) se ha analizado un solo desmonte de 3m de altura suponiendo para todo el material un comportamiento mixto suelo roca. Así se realiza en primer lugar un análisis tipo suelo, suponiendo una rotura circular, y posteriormente se analiza la estabilidad frente a roturas tipo roca mediante un estudio de estabilidad de las discontinuidades principales detectadas en los escasos afloramientos, analizándose las características de los planos y cuñas inestables.

*Para su estudio frente a rotura tipo suelo se siguen los siguientes criterios*

Estimación de la ley de comportamiento resistente:

La cuantificación de los parámetros resistentes de los macizos rocosos constituye un dato fundamental y al mismo tiempo un problema de muy difícil solución por múltiples cuestiones y tiene su base, en gran medida, en la dificultad técnica y el coste económico que supone la realización de ensayos representativos sobre muestras reales de macizos rocosos, lo que requeriría trabajos y medios especiales tanto en la toma de las muestras como en los procedimientos de ensayo.

Por otra parte, se da otra circunstancia que aumenta la dificultad ya mencionada, y es el hecho suficientemente constatado de que las leyes de resistencia de los macizos son de tipo curvo, es decir que la capacidad última depende del estado tensional, por lo que para obtener una caracterización suficiente del comportamiento de un solo tipo de macizo sería necesario cubrir la gama completa de estado tensiones que se tendrá en la obra que se proyecta. Este hecho haría aumentar en gran medida el número y coste de los ensayos necesarios.

Como consecuencia de todo lo anterior, es norma habitual el recurrir a la utilización de leyes de comportamiento de tipo empírico obtenidas a partir del análisis de ensayos de laboratorio. En general, mientras que el macizo rocoso se encuentra afectado por una serie de discontinuidades, la muestra ensayada en laboratorio carece de las mismas, por lo que los parámetros resistentes obtenidos no son representativos del macizo sino de lo que se denomina roca intacta. De esta forma, mediante los ensayos de laboratorio se caracteriza la roca intacta cuyos parámetros resistentes deben ser minorados para la caracterización del macizo rocoso.

Uno de los modelos de resistencia más utilizados por la fiabilidad que ofrece el método y los datos empleados en su elaboración es el propuesto por HOEK y BROWN en el año 1980, en el cual la curva de resistencia del macizo se define mediante la expresión:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m \cdot \sigma_{ci} \cdot \sigma_3 + s \cdot \sigma_{ci}^2}$$

siendo:

$\sigma_1$  : Tensión principal mayor.

$\sigma_3$  : Tensión principal menor.

$\sigma_{ci}$  : Resistencia a compresión simple de la roca intacta.

M,s: Constantes que dependen de las propiedades de la roca y del grado de fracturación.

El parámetro  $s$  valora la influencia de la fracturación del macizo siendo igual a la unidad en el caso de la roca intacta, relacionando de esta manera la resistencia a compresión simple de la roca intacta  $\sigma_{ci}$  con la del macizo  $\sigma_c$  mediante la expresión:

$$s = \left( \frac{\sigma_c}{\sigma_{ci}} \right)^2$$

que resulta de considerar  $\sigma_3 = 0$ .

Para la roca intacta  $m$  se denomina  $m_i$  y su valor, que depende de la litología, puede ser estimado bien a partir de valores tabulados bien proceder a su ajuste o determinación mediante ensayos triaxiales, de compresión simple y tracciones. El parámetro  $m$  está relacionado con el ángulo de fricción. Además, en el caso de roca intacta,  $m_i$  da una idea de la tenacidad de la roca, ya que en el caso de un ensayo de tracción  $\sigma_1 = 0$  y despejando para la roca intacta:

$$m_i = \frac{\sigma_t}{\sigma_{ci}} - \frac{\sigma_{ci}}{\sigma_t} \approx -\frac{\sigma_{ci}}{\sigma_t}$$

ya que  $0 < \frac{\sigma_t}{\sigma_{ci}} < 1$  y puede despreciarse.

Para la obtención de la ley de resistencia del macizo rocoso los parámetros  $m$  y  $s$  deben ser minorados, lo que fue tabulado por Hoek y Brown en 1980 a partir de la naturaleza de la roca y de la fracturación. Posteriormente fue modelizado mediante las expresiones propuestas por Hoek y Brown en 1988, a partir de la caracterización del macizo rocoso mediante el RMR de Bieniawski:

$$m_b = m_i \cdot e^{\left[ \frac{RMR-100}{28} \right]} \quad s = e^{\left[ \frac{RMR-100}{9} \right]}$$

La clasificación geomecánica de Bieniawski (1979) define el índice RMR (Rock Mass Rating) mediante la suma de cinco parámetros de valoración que determinan la calidad global del macizo. En la tabla se muestra el peso que tiene cada uno de estos parámetros dentro del índice.

Resistencia de la roca matriz	0 – 15 %
RQD (%)	3 – 20 %
Espaciado de las juntas	5 – 20 %
Estado de las juntas	0 – 30 %
Presencia de agua	0 – 15 %
<b>TOTAL</b>	<b>8 – 100 %</b>

Cuantitativamente se asocian cinco niveles de calidades globales del macizo al índice RMR, los cuales se detallan a continuación:

RMR	TIPO	CALIDAD
81 – 100	I	Muy bueno
61 – 80	II	Bueno
41 – 60	III	Medio
21 – 40	IV	Malo
< 20	V	Muy malo

Con el fin de ampliar el rango de aplicación del criterio generalizado, sobre todo a macizos de mala calidad, y emplear parámetros más geológicos para la evaluación de su resistencia, Hoek (1994) y Hoek et al. (1995) han propuesto un índice geológico de resistencia, denominado GSI (geological strength index) que evalúa la calidad del macizo en función del grado y las características de la fracturación, estructura geológica, tamaño de los bloques y alteración de las discontinuidades.

Para  $GSI > 25$ , este índice puede obtenerse a partir del RMR, según la siguiente correlación:

$$GSI = RMR - 5$$

Con esta premisa los valores utilizados se resumen en el siguiente cuadro.

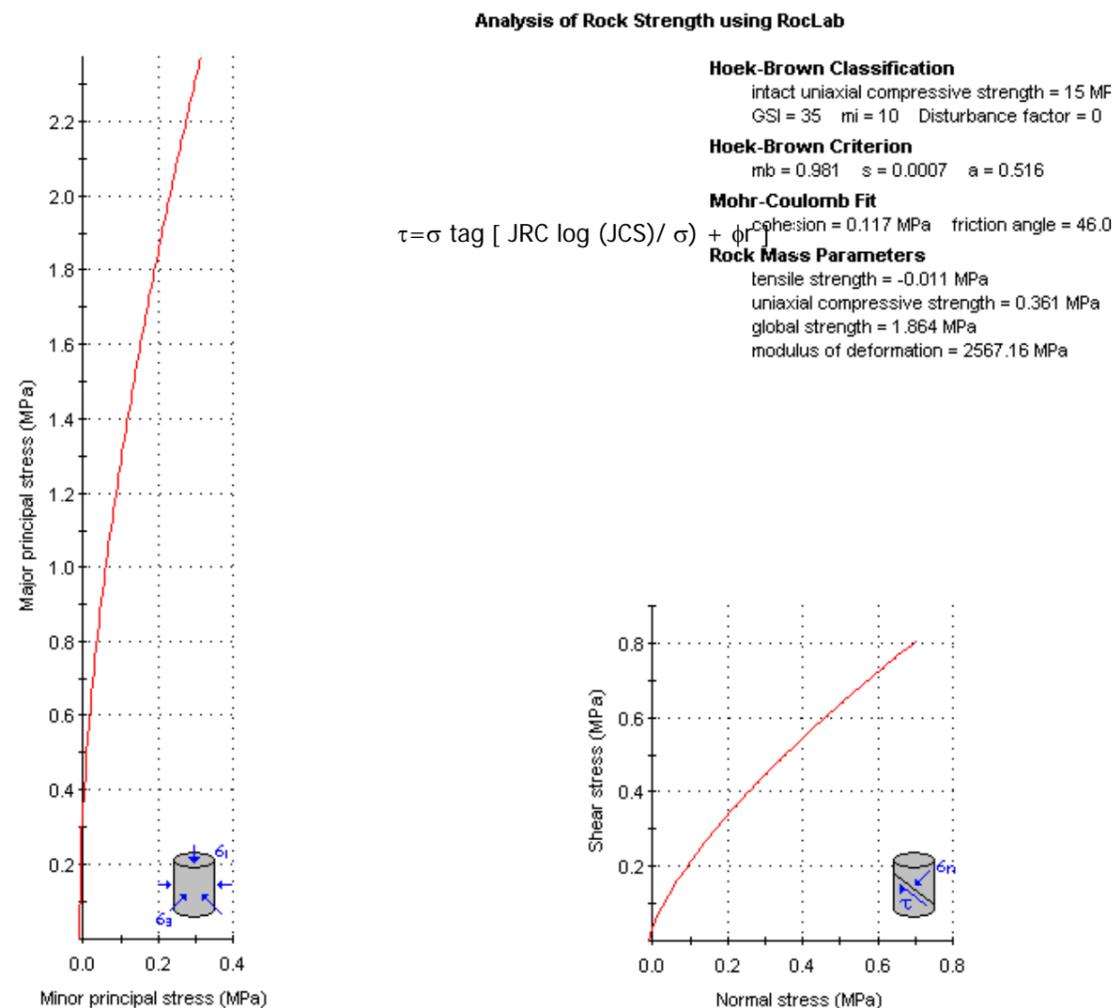
*Valores utilizados en el criterio de Hoek&Brown*

G. GEOTÉCNICO	GSI	R. C. S	$m_i$	D	DENSIDAD
Calizas fracturadas y alteradas	35	15 Mpa	10	0	2,2 a 2.7 T/m <sup>3</sup>

(\*) Los valores de la resistencia a la compresión simple utilizados en el criterio de Hoek&Brown, se han obtenido una vez analizados los ensayos y su relación con los diferentes RMR asignados en las columnas de sondeos. Para la densidad se ha tomado un valor medio y el valor de la constante "m" se obtiene de las tablas de Bieniawski.

El ajuste lineal de la envolvente de rotura de Hoek y Brown (1997) proporciona los siguientes parámetros de resistencia al corte (las salidas gráficas se presentan a continuación):

- Cohesión 0.011 Mpa
- Ángulo de rozamiento: 56°



Para su estudio como rotura tipo roca

Se ha realizado un estudio de estabilidad de las discontinuidades, analizándose las características de los planos y cuñas inestables. Se analizan para una pendiente de 1H:1V.

El criterio seguido ha sido analizar cinemáticamente la estabilidad de las discontinuidades existentes a partir de las estaciones geomecánicas realizadas. En los casos de no aparecer juntas inestables se considera que los taludes son estables. En el caso de aparecer juntas inestables se realiza el cálculo del factor de seguridad de la cuña y se definen las medidas de sostenimiento necesarias. La elección de los parámetros de resistencia se ha realizado según el criterio de BARTON Y CHOUBEY (1976, 1985).

Este criterio establece una ley empírica que relaciona, la resistencia al corte en juntas rugosas de un macizo rocoso, con la tensión normal, en función de unos parámetros empíricos, conocidos mediante ensayos, ya sea en laboratorio o en campo.

El planteamiento matemático de dicho criterio es el siguiente:

donde:

$\tau$  = Resistencia de pico al corte de las discontinuidades rugosas

$\sigma$  = Tensión efectiva normal

JRC = Coeficiente de rugosidad de la litoclasea

JCS = Resistencia a la compresión simple en las paredes de la litoclasea

$\phi_r$  = Ángulo de rozamiento residual

Para el JCS se adoptado en función de los ensayos de compresión simple el siguiente valor:

JCS: 150 kp/cm<sup>2</sup>

Los valores usuales del ángulo de rozamiento básico son de 21° a 30° para rocas del caso que nos ocupa. A partir de ensayos till-test realizados en campo se obtiene un valor entre 30 y 40°. Finalmente adoptamos un valor para el ángulo de rozamiento residual de 26°.

El último parámetro que interviene en el criterio de Barton, es el de JRC que se suele obtener mediante la carta de rugosidades de Barton y CHOUBEY (1977) y su valor está comprendido entre 0 y 20. Valores usuales son de 5 para juntas lisas casi planas, y 15 para juntas rugosas y onduladas. Finalmente adoptamos un valor de 6.

#### 4.5.2. Análisis realizados

Dado que únicamente aparecen 4 desmontes en el tramo en estudio, y que su altura nunca supera los 3m de altura, se ha realizado un estudio individualizado para el desmonte más significativo (D-5), que presenta alturas de 2,5m., en el eje, pudiendo alcanzar los 3m., en la margen izquierda. Si este talud resulta estable, también lo serán el resto al ser de menores dimensiones y estar constituidos por los mismos materiales.

**Desmonte 1.****PPKK: 0+000-0+120**

No se realiza análisis de estabilidad dada que la altura máxima es inferior a 2m. Se ejecutará con pendiente 1H:1V.

Se cortan los siguientes materiales:

- Suelo vegetal (0,2 m.).
- Materiales tipo suelo de la unidad Qec (de 0,2 a 0,4m.), definidos a partir de la calicata CR-1, como gravas y arenas limosas, con fragmentos de calizas se clasifican como adecuados, si se tamizan los tamaños mayores de 100mm.
- Rocas algo alteradas y fracturadas de la unidad Jc.

El material excavado, tras eliminar el suelo vegetal, es válido para ejecutar el núcleo y cimiento de rellenos de tipo Todo – Uno, si se separa la zona superior (materiales de Qec), podrán utilizarse para conformar explanada con la categoría de suelos adecuados (tras su tamizado).

Gran parte del desmonte podrá ser excavado mediante retroexcavadora, salvo la zona central del mismo (donde aparecen las mayores alturas) que precisará a partir de 0,5m de ripado, este ripado supondrá un 20% del material a excavar.

El fondo de la excavación (explanada natural) será roca. No se detectan niveles de agua.

**Desmonte 2.****Del PK 1+180 hasta el final del tramo**

Talud con altura máxima de 3 m, en la margen izquierda de la carretera. Se dispone de la calicata CR-5.

El recubrimiento de suelos es suelos vegetales es de 0.2 m. Por debajo aparecen suelos (gravas y arenas arcillosas) de la unidad geotécnica Qec, con potencias de hasta 0,8m.

El material excavado sin clasificar, tras eliminar el suelo vegetal es válido para ejecutar rellenos tipo Todo-Uno. Si se separa la zona más superficial (entre 0,2m y 0,8m.) esta zona será válida para utilizarse en la formación explanas con la categoría de suelos adecuados (tras su tamizado).

Dado que es el desmonte más significativo, tanto por su altura (3m.) y la potencia de la unidad Qec (0,6m), se ha centrado en el análisis de estabilidad.

*Perfil tipo de cálculo.*

A partir de la investigación realizada se deduce el siguiente perfil tipo para la zona de mayor altura del desmonte:

- El primer metro se considera constituido por suelos granulares de la unidad Qec.
- Entre 1 y 3m tendremos materiales de la unidad Jc muy fracturados y alterados, considerando que el comportamiento frente a la rotura va a estar ligada a la matriz rocosa, dada la alta fracturación y alteración que presenta y por tanto va a tener un comportamiento tipo suelo, asignándose los parámetros definidos para esta casuística.

*Excavabilidad.*

El material superficial hasta 1 m., podrán excavar mediante retroexcavadora, a partir de aquí precisarán de ripado para su excavación.

*Estabilidad*

Para el cálculo de la estabilidad se han realizado un análisis tipo suelo y un estudio de discontinuidades para tener en cuenta la aparición de planos y cuñas inestables

Para definir el comportamiento de estos taludes frente a roturas circulares, se ha modelizado y analizado mediante el programa SLIDE siguiendo los siguientes criterios:

- De 0 a 1m se consideran materiales de la unidad geotécnica Qec, suponiendo una pendiente de 1H:1,5V. Los parámetros utilizados son:

Cohesión: 10 KN/m<sup>2</sup>

Ángulo de rozamiento: 30°

Densidad: 1,8 gr./cm<sup>3</sup>

- De 1m., hasta 3 m., se consideran materiales rocosos alterado y fracturados con pendiente de 1H:1,5V, considerando que el comportamiento frente a la rotura va a estar ligado a la matriz rocosa y por tanto va a tener un comportamiento tipo suelo, asignándose los parámetros definidos para esta casuística, que son:

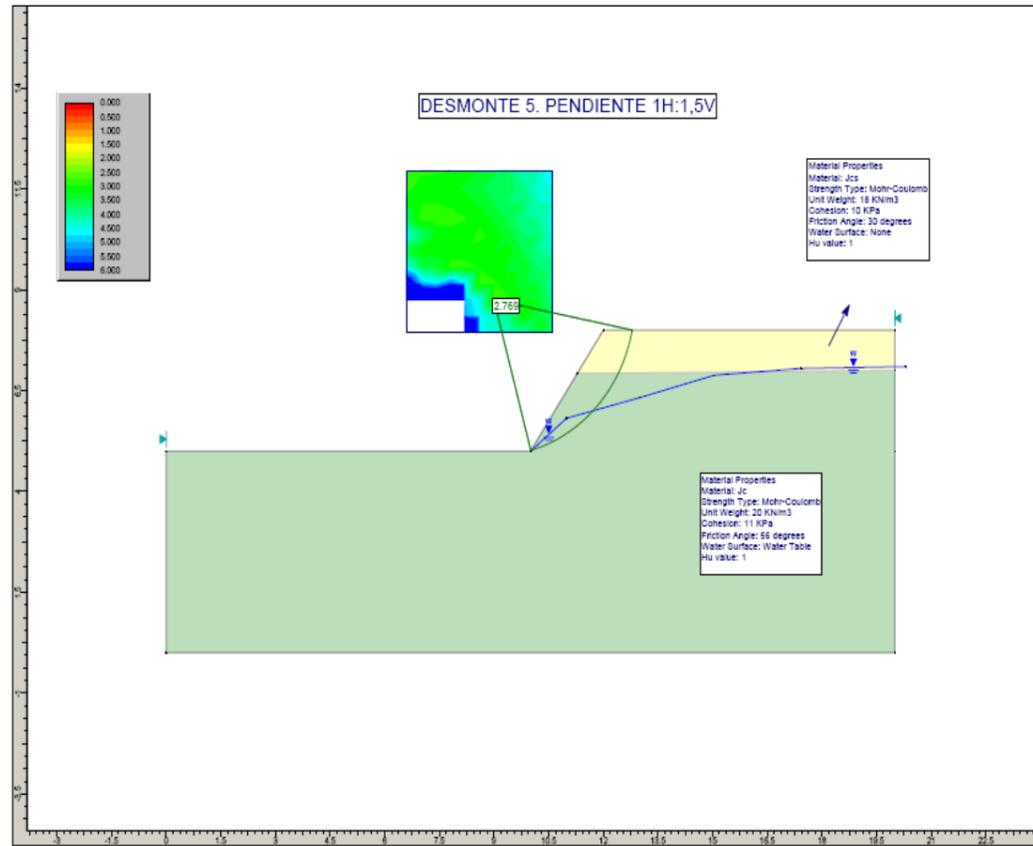
Cohesión: 11 KN/m<sup>2</sup>

Densidad: 2,2 g/cm<sup>3</sup>

Ángulo de rozamiento: 56°

La zona de suelo se considera parcialmente saturada.

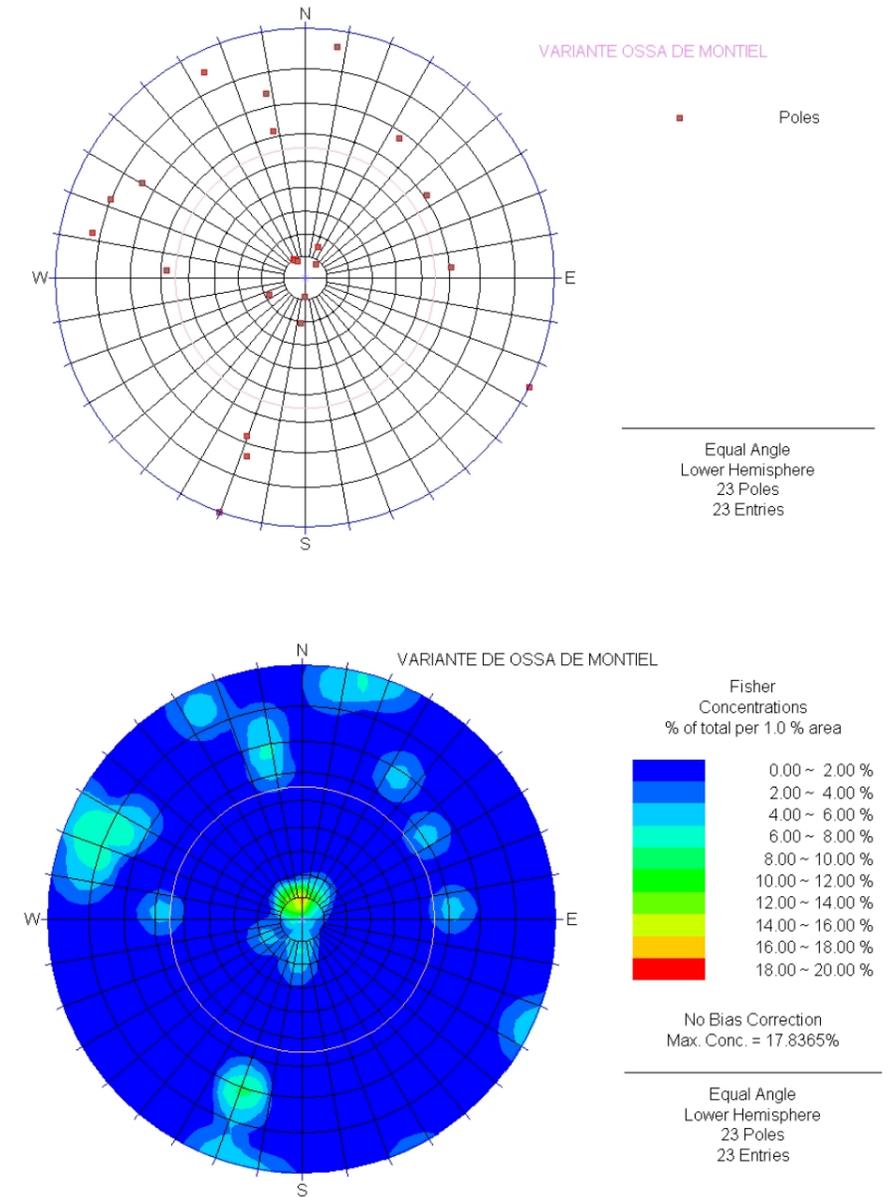
El factor de seguridad obtenido es de 2,7. La salida gráfica se presenta a continuación.



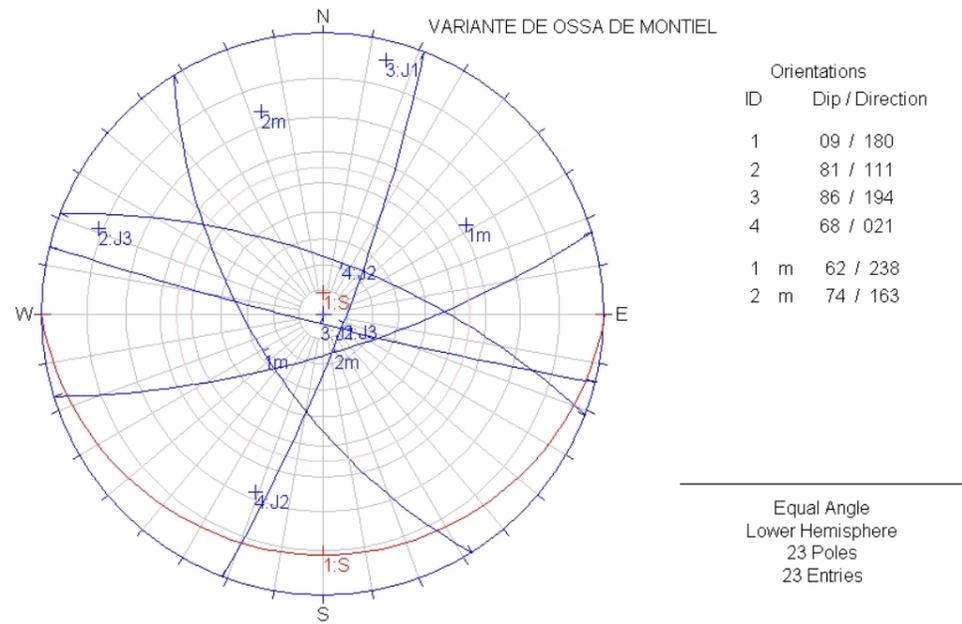
*Estudio de discontinuidades.*

Para su estudio como rotura tipo roca, hay que analizar las posibles inestabilidades tipo cuña o plano, que se pudieran generar a partir de la red de discontinuidades.

En principio y a partir de los datos recogidos en las estaciones geomecánicas realizadas para el estudio de la Variante de Ossa de Montiel, se han diferenciado las familias de planos de discontinuidad principales:



Las familias principales se representan a continuación:



Familias Principales

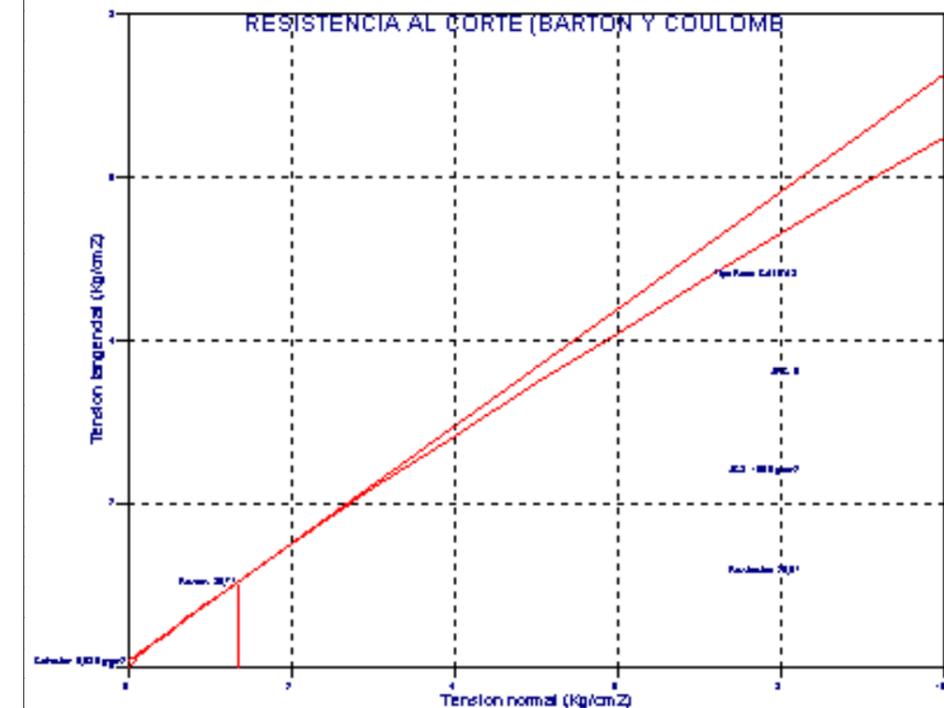
MACIZO	PLANO	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO (°)	BUZAMIENTO (°)
Calizas Jurásicas	S1	180	9
	J1	194	86
	J2	21	68
	J3	111	81
	J4	238	62
	J5	163	74

Siguiendo los criterios anteriormente definidos (Barton y Choubey, 1976, 1985) obtenemos los parámetros geomecánicos que gobiernan el comportamiento de estas juntas, que son:

MACIZO	PLANO	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO (°)	BUZAMIENTO (°)	Ø (°)	COHESIÓN (Kp/cm <sup>2</sup> )
Calizas Jurásicas	S1	180	9	35	0.08
	J1	194	86	42	0.01
	J2	21	68	38	0.03
	J3	111	81	40	0.02
	J4	238	62	37	0.04
	J5	163	74	39	0.03

Los cálculos se presentan a continuación:

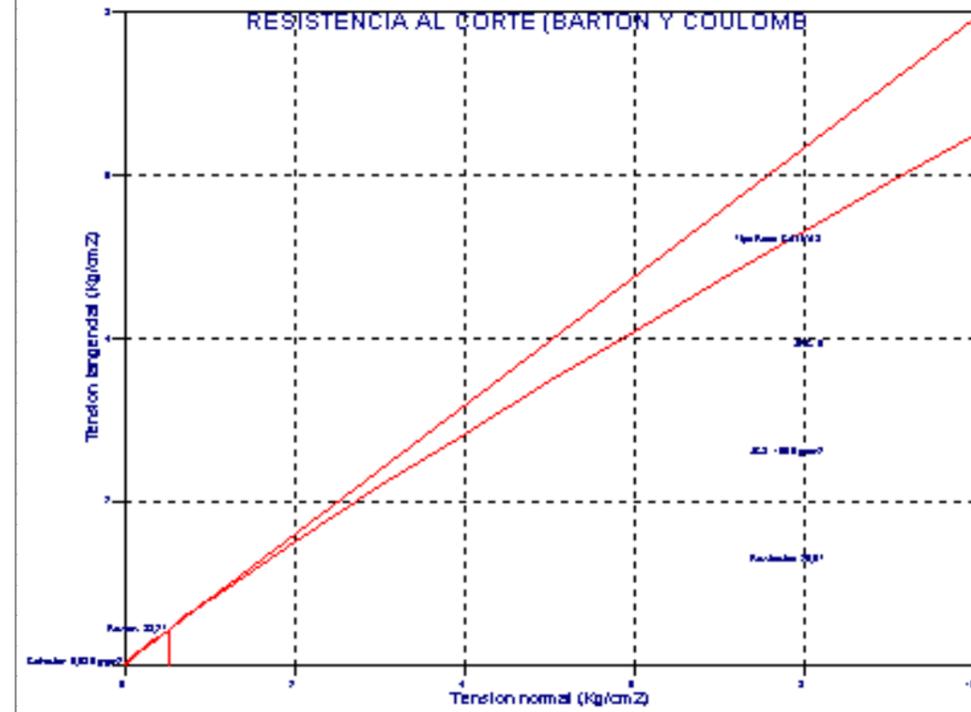
LEY DE RESISTENCIA EN JUNTAS (BARTON)			
DATOS DE PARTIDA		DATOS PARA NIVEL TENSIONAL	
Situación:	OSSA DE MONTIEL	Profundidad	5 M
Tipo de roca	CALIZAS S1	Densidad	2,7 T/M3
JRC:	6	Buzamiento plano	9 °Para Dn
JCS:	150 Kg/cm2	Tensión normal ...	
Roz.residual	26	media en plano(Dr	1,33 Kp/cm2
RESULTADOS			
Cohesión	0,08 Kp/cm2	Resistencia al Cor	1,04128 Kp/cm2
Ang.Roz.(Fi)	35,73 °	Fi Equivalente:	37,9875 °



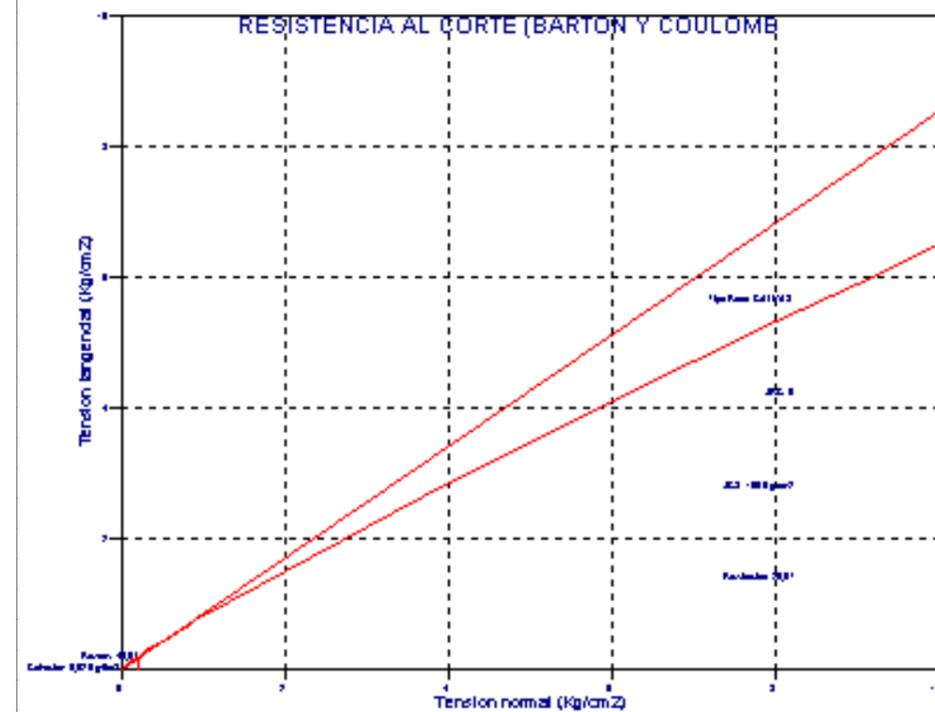
LEY DE RESISTENCIA EN JUNTAS (BARTON)			
DATOS DE PARTIDA		DATOS PARA NIVEL TENSIONAL	
Situación:	OSSA DE MONTIEL	Profundidad	5 M
Tipo de roca:	CALIZAS J1	Densidad	2,7 T/M3
JRC:	6	Buzamiento plano	86 °Para Dn
JCS:	150 Kg/cm2	Tensión normal ...	
Roz.residual:	26	media en plano(Dr)	0,09 Kp/cm2
RESULTADOS			
Cohesión	0,01 Kp/cm2	Resistencia al Cor	0,09384 Kp/cm2
Ang.Roz.(Fi)	42,61 °	Fi Equivalente:	44,8998 °



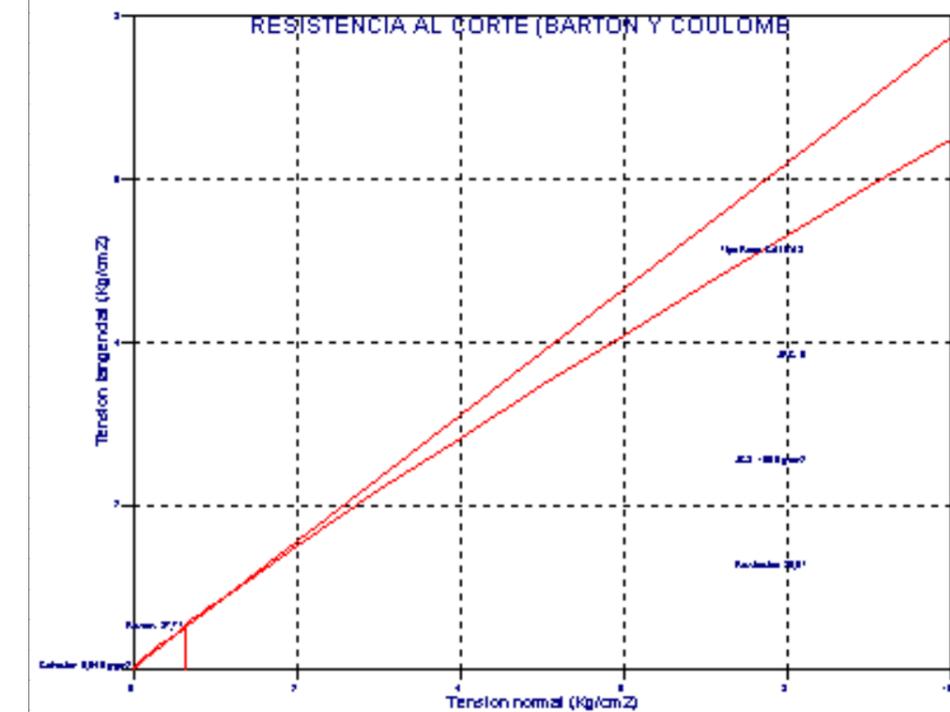
LEY DE RESISTENCIA EN JUNTAS (BARTON)			
DATOS DE PARTIDA		DATOS PARA NIVEL TENSIONAL	
Situación:	OSSA DE MONTIEL	Profundidad	5 M
Tipo de roca:	CALIZAS J2	Densidad	2,7 T/M3
JRC:	6	Buzamiento plano	68 °Para Dn
JCS:	150 Kg/cm2	Tensión normal ...	
Roz.residual:	26	media en plano(Dn)	0,51 Kp/cm2
RESULTADOS			
Cohesión	0,03 Kp/cm2	Resistencia al Cort	0,43217 Kp/cm2
Ang.Roz.(Fi)	38,25 °	Fi Equivalente:	40,5159 °



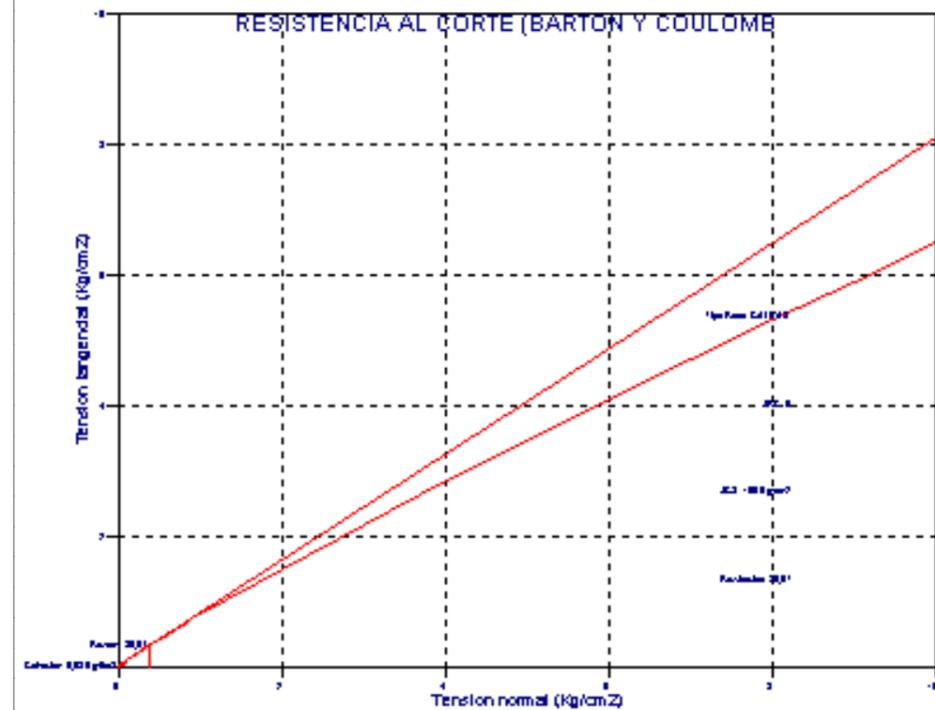
LEY DE RESISTENCIA EN JUNTAS (BARTON)			
DATOS DE PARTIDA		DATOS PARA NIVEL TENSIONAL	
Situación:	OSSA DE MONTIEL	Profundidad	5 M
Tipo de roca	CALIZAS J3	Densidad	2,7 T/M3
JRC:	6	Buzamiento plano	81 °Para Dn
JCS:	150 Kg/cm2	Tensión normal ...	
Roz.residual	26	media en plano(Dr)	0,21 Kp/cm2
RESULTADOS			
Cohesión	0,02 Kp/cm2	Resistencia al Cor	0,19552 Kp/cm2
Ang.Roz.(Fi)	40,52 °	Fi Equivalente:	42,7933 °



LEY DE RESISTENCIA EN JUNTAS (BARTON)			
DATOS DE PARTIDA		DATOS PARA NIVEL TENSIONAL	
Situación:	OSSA DE MONTIEL	Profundidad	5 M
Tipo de roca	CALIZAS J4	Densidad	2,7 T/M3
JRC:	6	Buzamiento plano	62 °Para Dn
JCS:	150 Kg/cm2	Tensión normal ...	
Roz.residual	26	media en plano(Dr)	0,63 Kp/cm2
RESULTADOS			
Cohesión	0,04 Kp/cm2	Resistencia al Cor	0,53044 Kp/cm2
Ang.Roz.(Fi)	37,66 °	Fi Equivalente:	39,9272 °

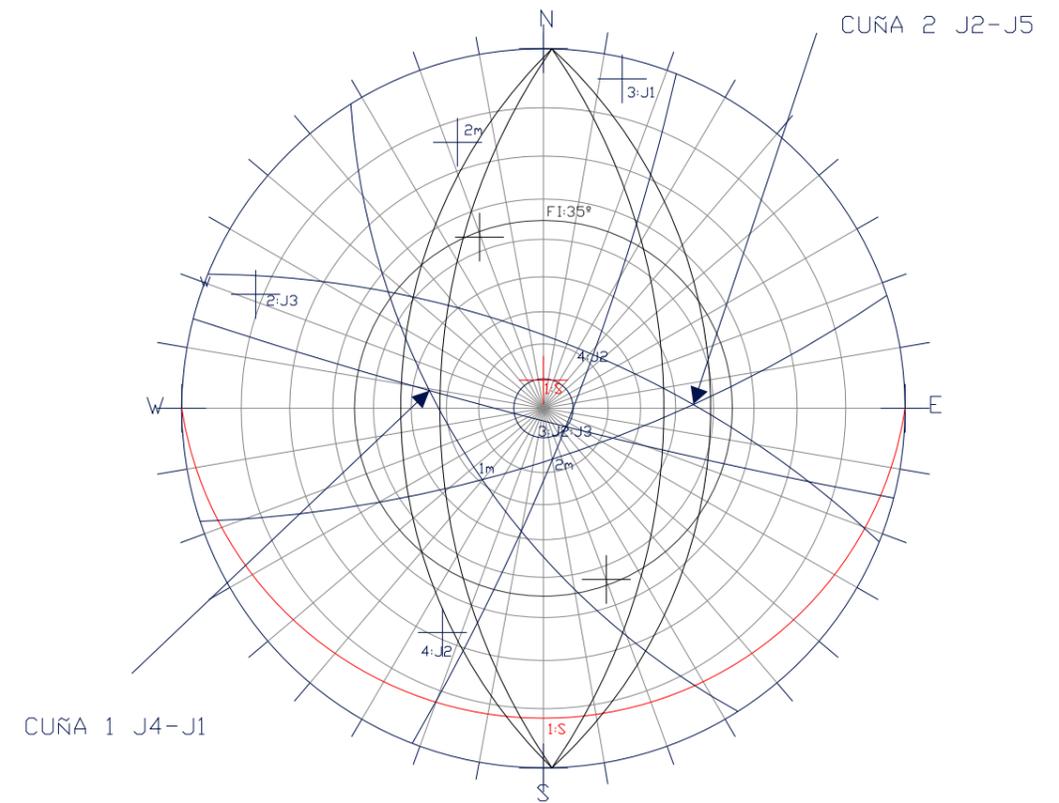


LEY DE RESISTENCIA EN JUNTAS (BARTON)			
DATOS DE PARTIDA		DATOS PARA NIVEL TENSIONAL	
Situación:	OSSA DE MONTIEL	Profundidad	5 M
Tipo de roca	CALIZAS J5	Densidad	2,7 T/M3
JRC:	6	Buzamiento plano	74 °Para Dn
JCS:	150 Kg/cm2	Tensión normal ...	
Roz.residual	26	media en plano(Dr)	0,37 Kp/cm2
RESULTADOS			
Cohesión	0,03 Kp/cm2	Resistencia al Cor	0,32709 Kp/cm2
Ang.Roz.(Fi)	39,05 °	Fi Equivalente:	41,316 °



En la figura adjunta se presenta el análisis cinemático de las juntas. Como se puede observar aparece una cuña en el talud izquierdo formada por la J1 y la J4, que sería inestable para una pendiente de 1H:1,5V, para taludes de 1H:1V, la cuña es estable cinemáticamente.

En el talud derecho aparece una cuña formada entre la J2 y la que sería inestable para una pendiente de 1H:1,5V, para taludes de 1H:1V, la cuña es estable.



Con lo que el talud será estable para pendientes de 1H:1V.

A continuación se presenta una tabla resumen de los desmontes:

TABLA RESUMEN DE DESMONTES											
DESMONTE	INVESTIGACIÓN REALIZADA	NIVEL FREÁTICO (m)	SUELO VEGETAL (m)	TIPO DE MATERIAL	EXCAVACION	ANGULO TALUD MAXIMO	EXPLANADA NATURAL/SUELO APOYO	APROVECHAMIENTO	COEFICIENTE DE PASO	ALTURA MAXIMA EJE (m).	
1	0+000-0+120	CR-1	No se corta	0,2	(Qec) Suelos GRAVO- ARENO ARCILLOSOS con potencias máximas de 0,4m. Adecuados/seleccionados Sobre rocas carbonatadas muy fracturadas hasta el fondo de excavación. Todo-Uno. En conjunto toda la excavación sin clasificar válido como Todo-Uno	80% Tierra 20% Tránsito	1H:1V	ROCA ALTERADA	100% TODO-UNO	1,16	2
2	1+180 1+440	CR-5	No se corta	0,4	(Qec) Suelos GRAVO- ARENO ARCILLOSOS con potencias máximas de 0,8 m. Adecuados/seleccionados Sobre rocas carbonatadas muy fracturadas hasta el fondo de excavación. Todo-Uno. En conjunto toda la excavación sin clasificar válido como Todo-Uno	70% Tierra 30% Tránsito	1H:1V	ROCA ALTERADA	100% TODO-UNO	1,16	2,5

## 5. RELLENOS

### 5.1. INTRODUCCIÓN

En el trazado en estudio los rellenos existentes no presentan grandes dimensiones, ni en volúmenes ni en altura. Nunca llegan a superar los 3m., de altura en el eje.

A lo largo del trazado, se dispondrá mayoritariamente de las unidades geotécnicas definidas como Qec y Jc.

Dadas las características de estos materiales se podrán ejecutar rellenos tipo terraplén con la unidad geotécnica Qec y Todo-uno con la Jc. Dado el poco espesor que suele presentar la Unidad Qec, se podrá optar por una excavación sin clasificar de las unidades geotécnicas Jc y Qec y utilizarse en conjunto como Todo-Uno.

### 5.2. CRITERIOS DE USO DE LOS MATERIALES

Los criterios de uso y compactación de los diferentes grupos de materiales serán los siguientes:

- **Jc y excavación sin clasificar de la unidad Jc y Qec.**
  - Aptos para relleno tipo todo-uno.
  - Altura de tongada 40 cm (compactado).
  - Compactación con rodillo vibratorio liso de más de más de 10 T (6 pasadas).
  - Porosidad final inferior al 15 %.
- **Suelos de la unidad Qec.**
  - Materiales aptos para NÚCLEO, CIMIENTO Y CORONACIÓN DE TERRAPLENES. Aptos para conformar explanadas con la categoría de suelo adecuado (siempre que se tamicen los tamaños superiores a 100mm).
  - Altura de tongada 30 cm (compactado).
  - Pasada final con rodillo liso.
  - Compactación exigida, densidad superior al 95 % del Próctor Modificado.
  - Humedad tolerada -2 % del lado seco, +1 % del lado húmedo.

### 5.3. CRITERIOS GENERALES Y SECCIÓN TIPO DE DISEÑO

Los taludes previstos en el estudio, se ejecutarán con una pendiente de 3 H: 2 V. Con estos ángulos los rellenos son estables y no tendrán excesivas deformaciones.

Una primera aproximación sobre el análisis de estabilidad de los rellenos, se puede establecer según la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{\tan \phi}{\tan \beta}$$

En el caso de los todo-uno, y a falta de ensayos de corte, se estima un ángulo de rozamiento de  $\phi : 42^\circ$ , (Sherard, 1963, afirma que una escollera simplemente vertida y sin compactar, alcanza un ángulo de rozamiento, entre 40 y 45°. Monografía sobre Resistencia al corte de escolleras. CEDEX.1991).

Por su parte los rellenos del tipo terraplén, se han calculado con los valores de resistencia al corte, obtenidos de los ensayos de laboratorio, y de la amplia bibliografía existente.

La sección tipo de los rellenos más frecuentes en el trazado es la de un todo-uno, apoyado sobre un terreno llano con pendiente entre 0 y 5%.

En la mayoría de los casos el apoyo se produce sobre materiales de la unidad geotécnica Qec, esto es sobre suelos gravosos con arenas y arcillas, clasificados como adecuados.

### 5.4. CIMENTACIÓN DE LOS RELLENOS

Dada la buena calidad de los materiales de apoyo y la inexistencia de suelos blandos sólo es necesario el desbroce de la capa vegetal. En la tabla resumen de rellenos y en el perfil geotécnico se indican las potencias de estos suelos a desbrozar.

#### - Consideraciones generales sobre los asientos

En general, en toda la zona por donde discurre el trazado, no existen zonas donde el suelo presente escasa compacidad, por lo que no son previsibles asientos de mención. Por otra parte los escasos asientos que se puedan producir dado el carácter granular de los materiales de apoyo estos se producirán de forma rápida, previsiblemente durante la ejecución de los mismos.

#### - Consideraciones generales sobre el drenaje

El trazado desde el punto de vista del drenaje, discurre por terrenos con buena capacidad para evacuar el agua de escorrentía, tanto por el tipo de material como por su situación a media ladera, por lo que no deben plantearse problemas de drenaje.

### 5.5. PARÁMETROS E HIPÓTESIS DE CÁLCULO. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

#### Parámetros e hipótesis de cálculo

Con el fin de contemplar las peores situaciones se realizan los cálculos partiendo de las siguientes hipótesis:

- Altura máxima para todo-uno 5 m.
- Altura máxima para terraplén 5 m.
- Apoyo sobre suelos.

Los parámetros de cálculo de los materiales son los siguientes:

#### Sustrato suelos.

Se adoptan unos valores conservadores, que son válidos para todos los suelos presentes:

Cohesión: 10 KN/m<sup>2</sup>

Ángulo de rozamiento: 30°

Densidad: 1,8 kg/cm<sup>3</sup>

#### Materiales para terraplén

Densidad óptima: 2 t/m<sup>3</sup>

Cohesión efectiva: 15 KN/m<sup>2</sup>

Ángulo de rozamiento efectivo: 30°

#### Materiales todo- uno

Densidad aparente 2 t/m<sup>3</sup>

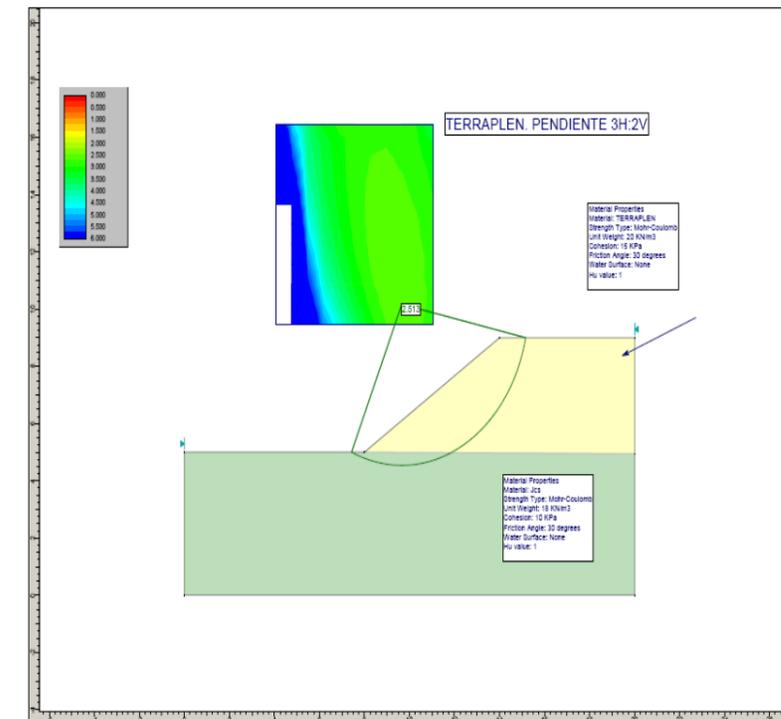
Cohesión efectiva: 10 KN/m<sup>2</sup>

Ángulo de rozamiento efectivo: 40°

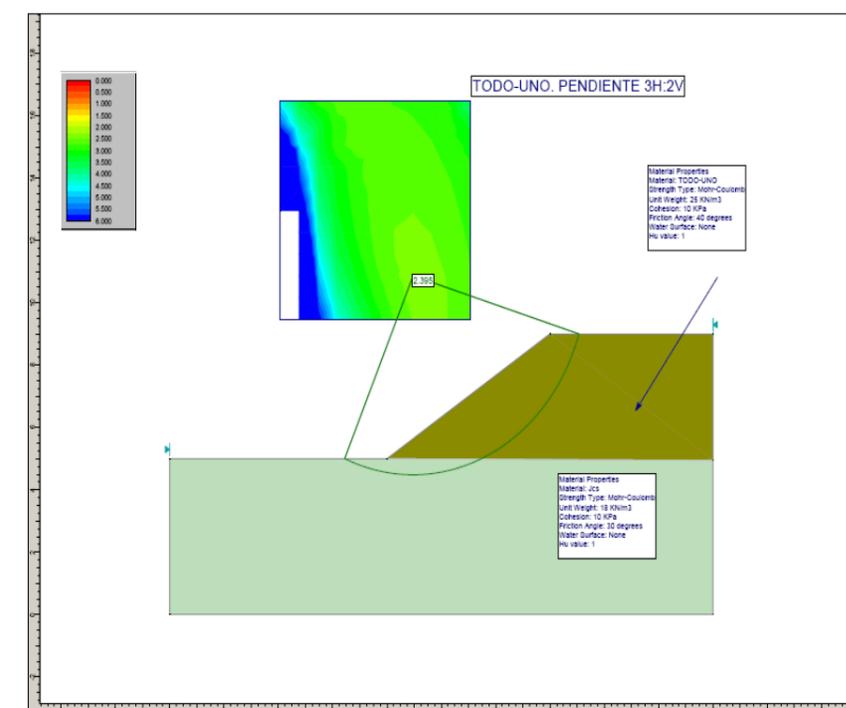
Para el cálculo de estabilidad se procede de forma análoga a los desmontes en suelos utilizando el programa SLIDE de la casa ROCSCIENCE, el cual permite diferenciar varios niveles de terreno de características diferentes, presencia de agua, efectos sísmicos y perfil variable del terreno, efectuando los cálculos por el método Bishop.

Los coeficientes de seguridad obtenidos y las salidas gráficas se presentan a continuación:

#### RELLENO TIPO TERRAPLÉN: Coeficiente de Seguridad 2,5



#### RELLENO TIPO TODO-UNO: Coeficiente de Seguridad: 2,3



## 5.6. ANÁLISIS Y TRATAMIENTOS DE LOS RELLENOS.

Dado que únicamente aparecen 4 rellenos en el tramo en estudio se ha realizado un estudio individualizado para cada uno de ellos.

### Relleno N° 1.

#### PPKK: 0+120-0+400

La altura máxima del relleno es de 2 metros. Se ejecutará con pendiente 3H: 2V.

No se afecta a niveles freáticos, y se podrá ejecutar tras el desbroce de la tierra vegetal (0,3m.).

El material de apoyo tras el desbroce, estará formado por rocas alteradas (Jc) y localmente suelos de la unidad Qec con potencias máximas de 0,2 m., con la categoría de suelos adecuados.

El perfil tipo en esta zona del terreno de apoyo es:

- 0,25 m. de suelo vegetal a escarificar.
- De 0,25 a 0,4m. de suelos granulares compactos.
- Por debajo sustrato rocoso.

### Relleno N° 2.

#### PP.KK. 0+400-0+800

La altura máxima del relleno es de 3 metros. Se ejecutará con pendiente 3H:2V.

No se afecta a niveles freáticos. Como tratamiento del cimientado se ha previsto el desbroce de la tierra vegetal y del suelo más superficial (0,3m.),

El material de apoyo tras el desbroce, estará formado por rocas alteradas (Jc) y localmente suelos de la unidad Qec con potencias máximas de 0,2 m., con la categoría de suelos adecuados.

El perfil tipo en esta zona del terreno de apoyo es:

- 0,25 m. de suelo vegetal a escarificar.
- 0,25m. 0,40 suelos granulares
- >0,40 Calizas fracturadas.

### Relleno N° 3.

#### PPKK: 0+800-1+000

La altura máxima es de 2m. Se ejecutará con pendiente 3H: 2V.

No se afecta a niveles freáticos, y se podrá ejecutar tras el desbroce de la tierra vegetal (0,3m.).

El perfil tipo en esta zona del terreno de apoyo es:

- 0,3 m. de suelo vegetal a escarificar.
- Entre 0,3 y 0,4 m suelos gravoarenosos de la unidad Qec, clasificados como adecuados, y con un grado de compacidad elevado.
- Por debajo rocas alteradas (Jc).

### Relleno N° 4.

#### PP.KK: 1+000-1+180

La altura máxima es de 4 metros. Se ejecutará con pendiente 3H:2V.

No se afecta a niveles freáticos, y se podrá ejecutar tras el desbroce de la tierra vegetal (0,4m.).

El perfil tipo en esta zona del terreno de apoyo es:

- 0,4 m. de suelo vegetal a escarificar.
- Entre 0,4 y 0,5 m suelos de la unidad Qec, clasificados como adecuados, con un grado de compacidad elevada.
- Por debajo rocas alteradas (Jc).

5.7. CUADRO RESUMEN DE RELLENOS

TABLA RESUMEN DE RELLENOS									
RELLENO	INVESTIGACIÓN REALIZADA	NIVEL FREÁTICO (m)	SUELO VEGETAL (m)	TIPO DE MATERIAL	TRATAMIENTO	ANGULO TALUD MAXIMO	EXPLANADA NATURAL/SUELO APOYO	ALTURA MAXIMA	
1	0+120-0+400	CR-1	No se corta	0,25	Suelos de la Unidad Qec y rocas de la Unidad Jc.	DESBROCE DE 0,3 m	3H:2V	SUELO ADECUADO/ROCA	2
2	0+400-0+800	CR-2	No se corta	0,3	Suelos de la Unidad Qec y rocas de la Unidad Jc.	DESBROCE DE 0,3m.	3H:2V	SUELO ADECUADO/ROCA	3
3	0+800-1+000	CR-3	No se corta	0,3	Suelos de la Unidad Qec y rocas de la Unidad Jc.	DESBROCE DE 0,3 m	3H:2V	SUELO ADECUADO/ROCA	2
4	1+000-1+180	CR-4	No se corta	0,4	Suelos de la Unidad Qec y rocas de la Unidad Jc.	DESBROCE DE 0,4 m.	3H:2V	SUELO ADECUADO/ROCA	4

## 6. EXPLANADA

La explanada definida en el proyecto es explanada E3 y está formada por 0,30 m de suelo estabilizado con cemento S-EST3 en desmontes en las zonas de explanada natural de suelo Adecuado. En las zonas de explanada natural de Roca estará formada por 0,15 m de hormigón de regularización HM-20. En los terraplenes se ha optado por disponer un núcleo de suelo adecuado (relleno todo-uno) obtenido de excavación, seguido de una coronación de explanada formada por 0,30 m de suelo estabilizado con cemento S-EST3.

A continuación se presenta una tabla resumen con la tramificación de explanada y suelo de apoyo en rellenos.

TRAMO	EXPLANADA	RELLENO / EXPLANADA NATURAL
0+000 – 0+120	15 cm HM-20	Desmonte con explanada natural de roca
0+120 – 1+180	30 cm S-EST3	Relleno de Suelo Adecuado
1+180 – 1+440	15 cm HM-20	Desmonte con explanada natural de roca

## 7. COEFICIENTE DE PASO

Los coeficientes de paso que se exponen a continuación, se han realizado utilizando los resultados obtenidos en los ensayos de compacidad y estado, realizados en los materiales afectados.

Recordemos que los materiales presentes en la traza, permiten la ejecución de rellenos del tipo todo-uno y terraplén. Por un lado materiales para la ejecución de rellenos tipo Todo-Uno, serán mezcla de suelos, y rocas alteradas (roca ripable), y los de tipo terraplén serán los materiales procedentes de la excavación de suelos adecuados de la unidad Qec.

El cálculo del coeficiente de paso se realiza según las siguientes expresiones:

- Suelos

$$C_p = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,c}}$$

- Rocas

$$C_p = \frac{1 - n_i}{1 - n_c}$$

siendo: Cp el coeficiente de paso

$\gamma_{d,i}$  la densidad seca del material in situ

$\gamma_{d,c}$  la densidad seca del material compactado

$n_i$  la porosidad del material in situ

$n_c$  la porosidad del material compactado

Para los rellenos del tipo todo-uno, que serán la mayoría la porosidad final estimada puede ser del 14%.

En el caso de ejecutarse terraplenes, se ha estimado que el material puesto en obra puede alcanzar una densidad próxima la 95% del ensayo Proctor Modificado.

Para el cálculo del coeficiente de paso a vertedero, se ha estimado que el material tipo suelo al ser vertido podría alcanzar una compacidad equivalente al 80% del Proctor Modificado. Y la porosidad del material tipo todo-uno alcanzaría entre el 16 y 18%. Los resultados son los que se exponen en el siguiente cuadro resumen.

### Coefficiente de paso para materiales de la Unidad Geotécnica Qec

Se trata de suelos gravosos con arcillas de baja plasticidad, que proceden de la alteración de la roca infrayacente y que se presentan muy compactados.

El valor del PM realizado arroja valores para la densidad máxima de 2,12 gr/cm<sup>3</sup> y de 8,7 para la humedad óptima.

El valor del índice de CBR obtenido es de 87,8.

Las características de estado in situ de esta unidad son difíciles de determinar mediante ensayos de laboratorio, dada la dificultad de obtener muestras inalteradas representativas en materiales granulares gruesos como los que nos ocupan, por lo que se suele recurrir a valores normalizados basados en correlaciones, ampliamente justificados en la bibliografía técnica.

Teniendo en cuenta la compacidad elevada que presentan in situ y los datos obtenidos y a partir del dato obtenido de densidad proctor se puede estimar que el coeficiente de paso estará próximo al 1.

Para el cálculo del coeficiente de paso de material sobrante a vertedero, se ha estimado que el material vertido podría alcanzar una compacidad equivalente al 80% del Proctor Modificado. Con lo que el coeficiente de paso a vertedero sería de 1,1

### Coefficiente de paso para materiales Todo-Uno

Se ha adoptado como válido alcanzar una porosidad final del 13-15% en la ejecución de estos rellenos, teniendo en cuenta que el material mayoritario serán materiales rocosos con una densidad de entre 2,2 y 2,7 T/m<sup>3</sup>.

Con estos datos el coeficiente de paso sería de 1,16.

Para el todo uno como material vertido y sin compactación el coeficiente de paso sería para una porosidad del 16 y el 18% sería de 1,2.

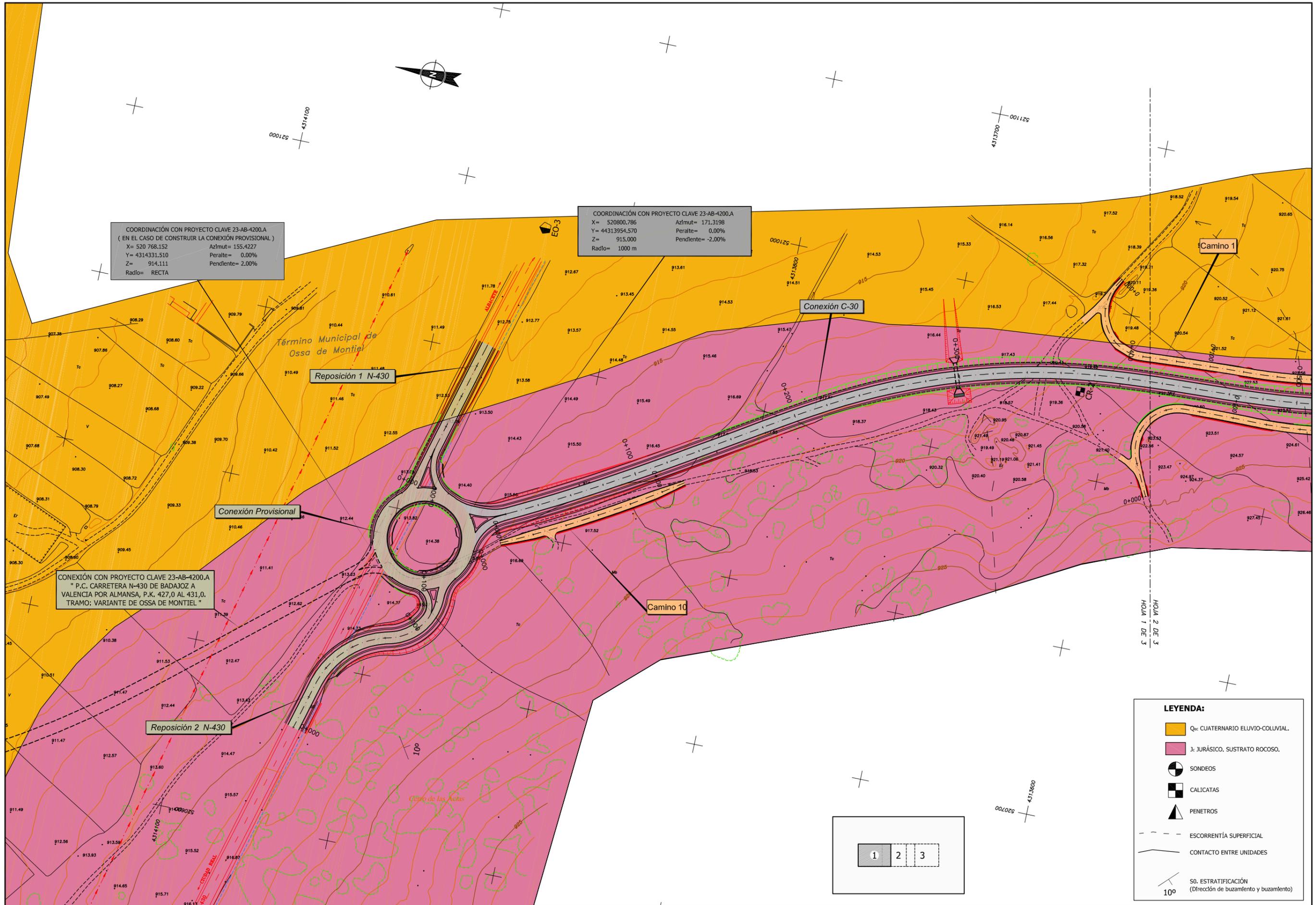
A continuación se presenta una tabla resumen:

DESMONTE	SUELO VEGETAL (m)	TIPO DE MATERIAL	APROVECHAMIENTO	COEFICIENTE DE PASO	COEFICIENTE VERTEDERO
1	0+000-0+120	(Qec) Suelos GRAVO- ARENO ARCILLOSOS con potencias máximas de 0,4m. Adecuados/seleccionados Sobre rocas carbonatadas muy fracturadas hasta el fondo de excavación. Todo-Uno. En conjunto toda la excavación sin clasificar válido como Todo-Uno	100% TODO-UNO	1,16	1,2
2	1+180 1+440	(Qec) Suelos GRAVO- ARENO ARCILLOSOS con potencias máximas de 0,8 m. Adecuados/seleccionados Sobre rocas carbonatadas muy fracturadas hasta el fondo de excavación. Todo-Uno. En conjunto toda la excavación sin clasificar válido como Todo-Uno	100% TODO-UNO	1,16	1,2

## 8. TABLA RESUMEN DEL CORREDOR

TABLA RESUMEN DEL CORREDOR														
DESMONTE		RELLENO		INVESTIGACIÓN REALIZADA	NIVEL FREÁTICO (m)	SUELO VEGETAL (m)	TIPO DE MATERIAL	EXCAVACION	TRATAMIENTO	ANGULO TALUD MAXIMO	EXPLANADA NATURAL/SUELO APOYO	APROVECHAMIENTO	COEFICIENTE DE PASO	ALTURA MAXIMA (m.)
1	0+000-0+120			CR-1	No se corta	0,2	(Qec) Suelos GRAVO- ARENO ARCILLOSOS con potencias máximas de 0,4m. Adecuados/seleccionados sobre rocas carbonatadas muy fracturadas hasta el fondo de excavación. Todo-Uno. En conjunto toda la excavación sin clasificar válido como Todo-Uno	80% Tierra 20% Tránsito		1H:1V	ROCA ALTERADA	100% Todo-uno	1,16	2
		1	0+120-0+400	CR-1	No se corta	0,25	Suelos de la unidad Qec y rocas de la unidad Jc.		Desbroce de 0,3 m.	3H:2V	SUELO ADECUADO / ROCA			2
		2	0+400-0+800	CR-2	No se corta	0,3	Suelos de la unidad Qec y rocas de la unidad Jc.		Desbroce de 0,3 m.	3H:2V	SUELO ADECUADO / ROCA			3
		3	0+800-1+000	CR-3	No se corta	0,3	Suelos de la unidad Qec y rocas de la unidad Jc.		Desbroce de 0,3 m.	3H:2V	SUELO ADECUADO / ROCA			2
		4	1+000-1+180	CR-4	No se corta	0,4	Suelos de la unidad Qec y rocas de la unidad Jc.		Desbroce de 0,4 m.	3H:2V	SUELO ADECUADO / ROCA			4
2	1+180-1+440			CR-5	No se corta	0,4	(Qec) Suelos GRAVO- ARENO ARCILLOSOS con potencias máximas de 0,8 m. Adecuados/seleccionados sobre rocas carbonatadas muy fracturadas hasta el fondo de excavación. Todo-Uno. En conjunto toda la excavación sin clasificar válido como Todo-Uno	70% Tierra 30% Tránsito		1H:1V	ROCA ALTERADA	100% Todo-uno	1,16	2,5

**APÉNDICE N° 1. PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA**



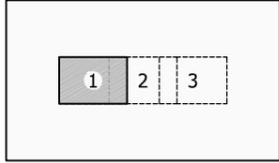
COORDINACIÓN CON PROYECTO CLAVE 23-AB-4200.A  
( EN EL CASO DE CONSTRUIR LA CONEXIÓN PROVISIONAL )  
 X= 520 768.152      Azimut= 155,4227  
 Y= 4314331.510      Peralte= 0,00%  
 Z= 914.111      Pendiente= 2,00%  
 Radio= RECTA

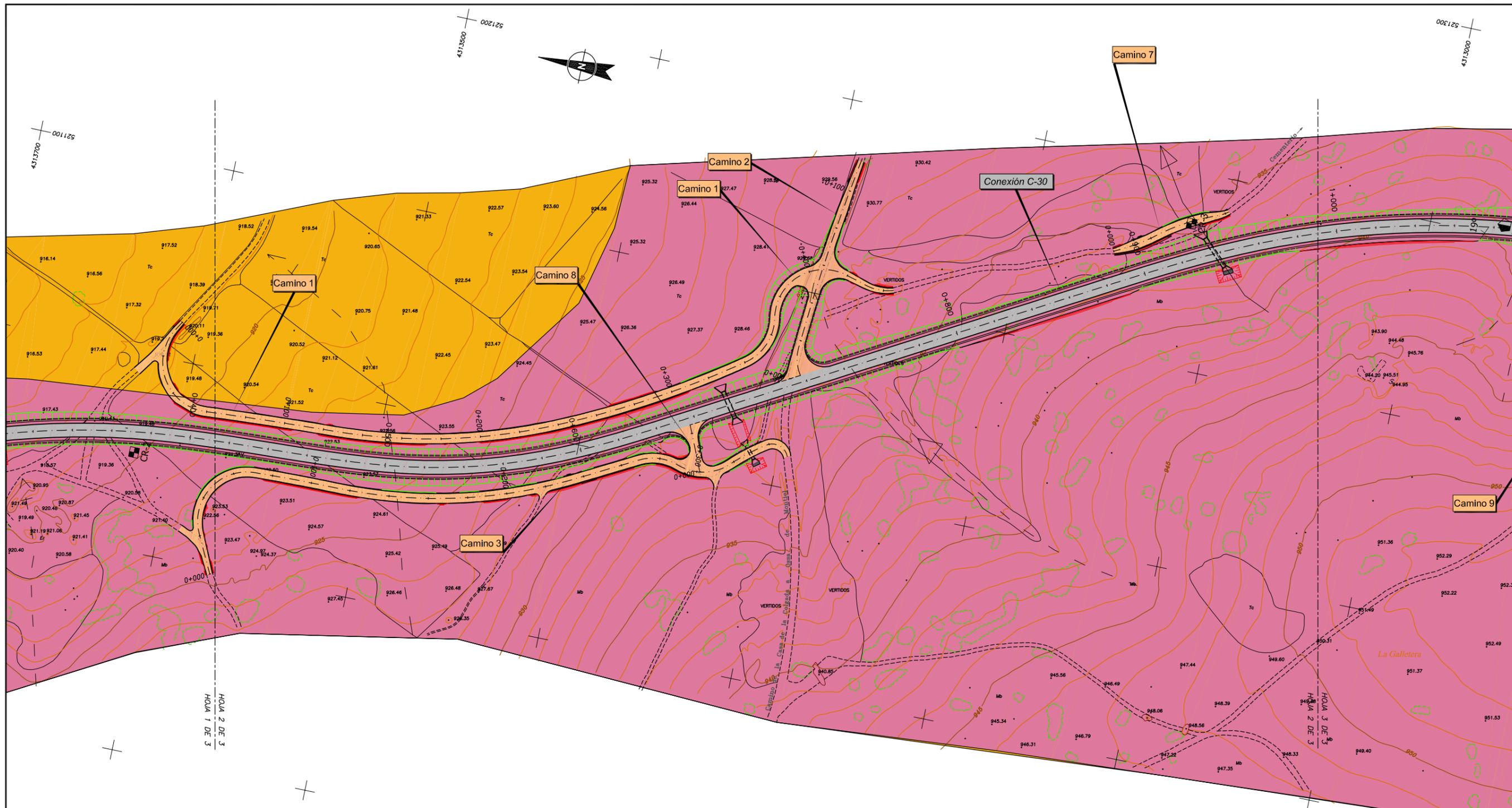
COORDINACIÓN CON PROYECTO CLAVE 23-AB-4200.A  
 X= 520800,786      Azimut= 171,3198  
 Y= 44313954,570      Peralte= 0,00%  
 Z= 915,000      Pendiente= -2,00%  
 Radio= 1000 m

CONEXIÓN CON PROYECTO CLAVE 23-AB-4200.A  
 " P.C. CARRETERA N-430 DE BADAJOZ A  
 VALENCIA POR ALMANSA, P.K. 427,0 AL 431,0.  
 TRAMO: VARIANTE DE OSSA DE MONTEL "

HOLA 2 DE 3  
HOLA 1 DE 3

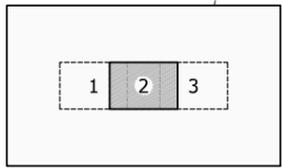
- LEYENDA:**
- Q<sub>4c</sub> CUATERNARIO ELUVIO-COLUVIAL.
  - J. JURÁSICO, SUSTRATO ROCOSO.
  - SONDEOS
  - CALICATAS
  - PENETROS
  - ESCORRENTÍA SUPERFICIAL
  - CONTACTO ENTRE UNIDADES
  - S0. ESTRATIFICACIÓN  
(Dirección de buzamiento y buzamiento)

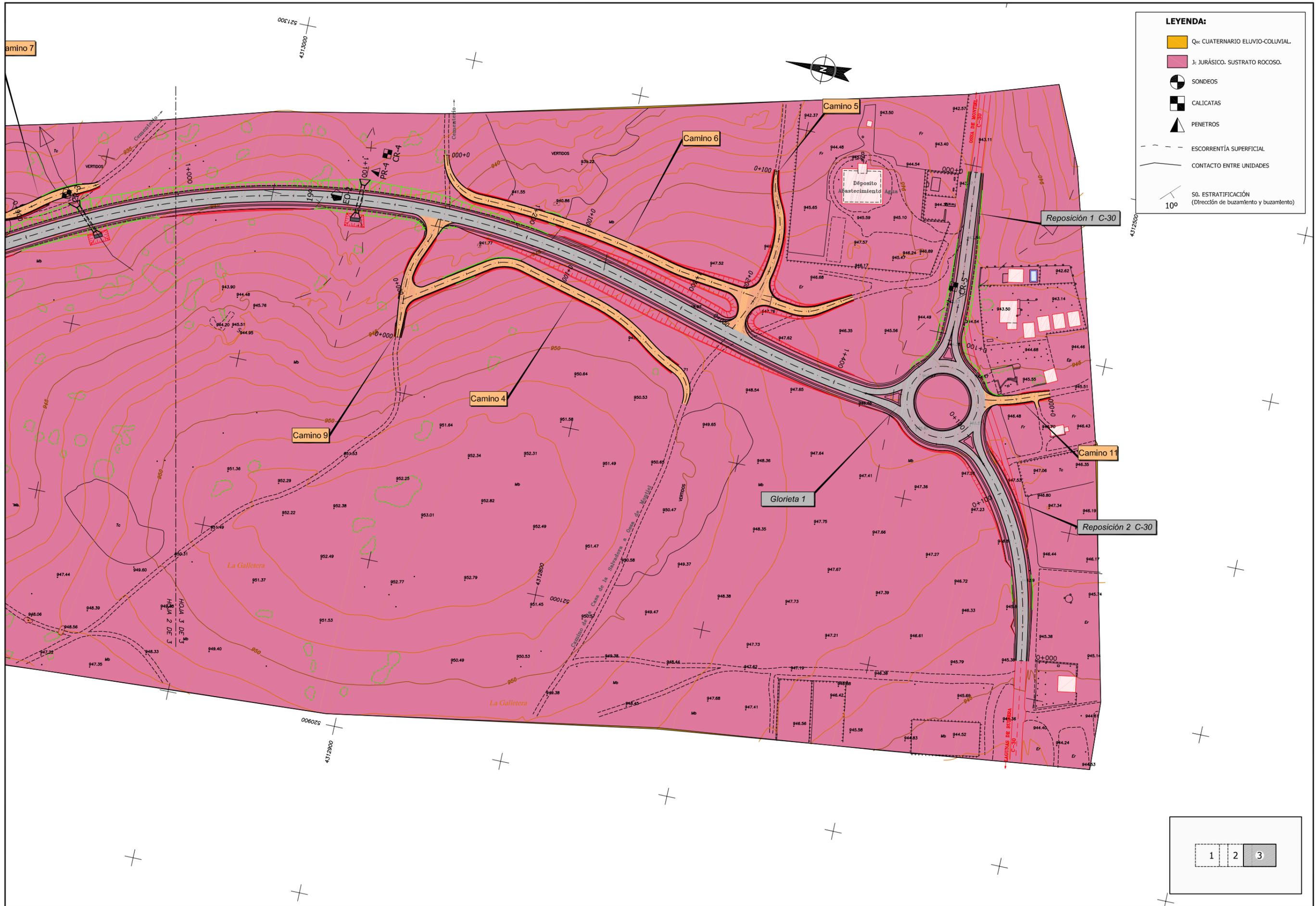




**LEYENDA:**

- Q<sub>cc</sub> CUATERNARIO ELUVIO-COLUVIAL.
- J. JURÁSICO, SUSTRATO ROCOSO.
- 
- 
- 
- 
- 
- 

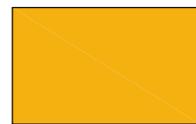




1	2	3
---	---	---

## **APÉNDICE N° 2. PERFIL GEOTÉCNICO**

# LEYENDA:



Q<sub>ec</sub> CUATERNARIO ELUVIO-COLUVIAL.



J<sub>c</sub> JURÁSICO. SUSTRATO ROCOSO.

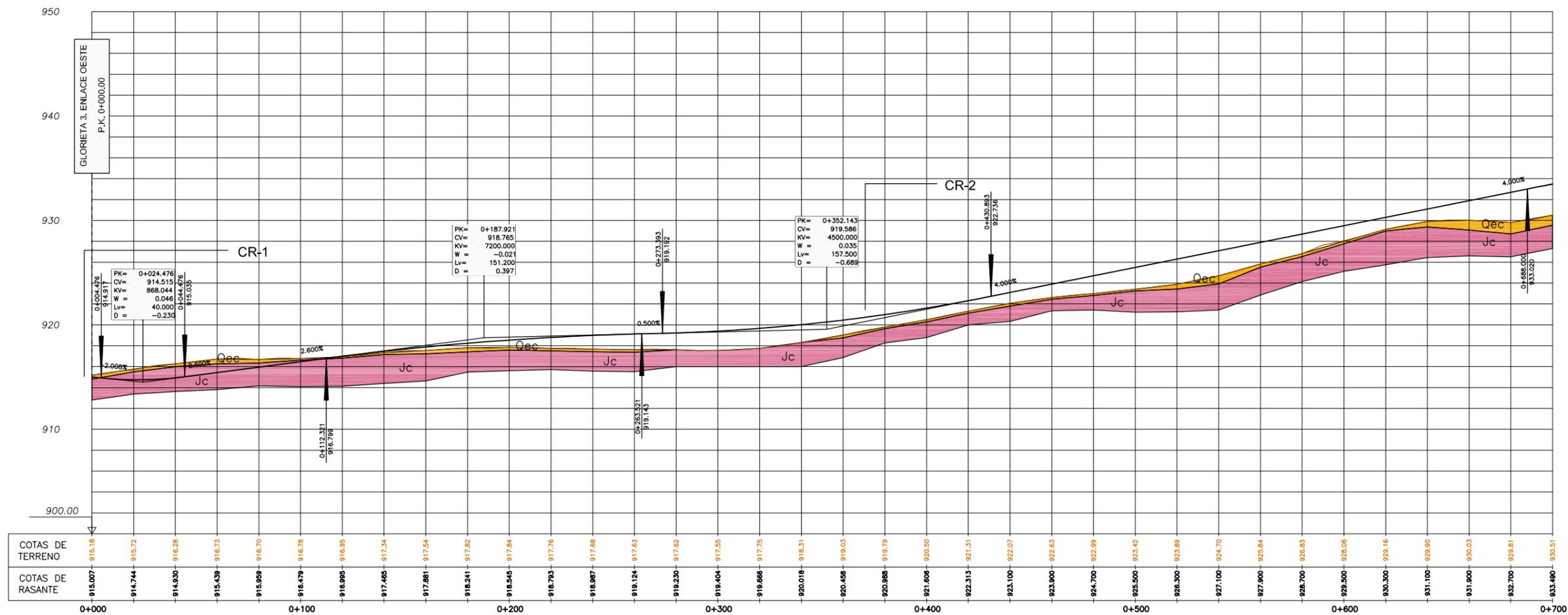
C - 2



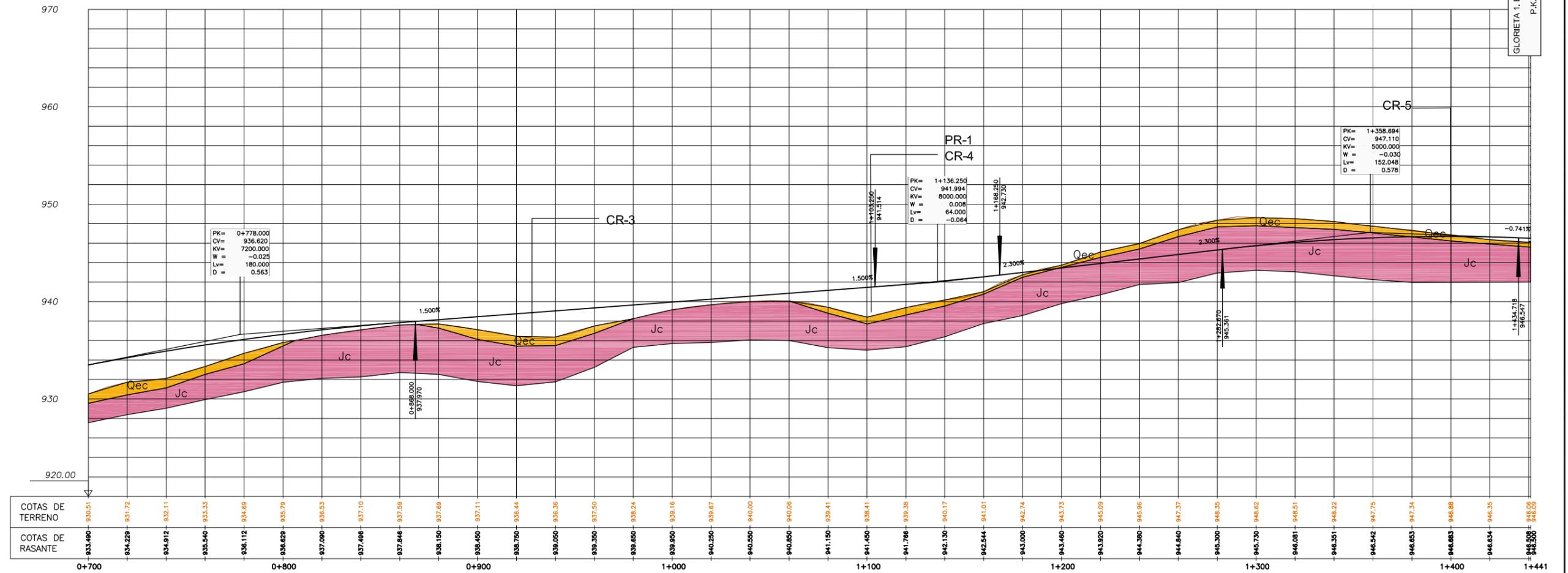
Calicata o penetración



Contacto entre unidades.



UNIDAD AFECTADA	Arenas arcillosas con cantos / Calizas	Arenas arcillosas con cantos	Arenas arcillosas con cantos
TIERRA VEGETAL	0,20 m	0,25 m	0,30 m
DESMONTE	EXCAVABILIDAD	80% Excavable - 20 Ripable	
	REUTILIZACIÓN	100% Todo Uno	
	TALUD (H:V)	1H : 1V	
TIPO DE EXPLANACIÓN	Roca		
RELLENO	DESBROCE	0,3 m	0,3 m
	TRATAMIENTO CIMENTO	Desbroce	Desbroce
	SUELO DE APOYO	Roca fracturada	Roca fracturada
	TALUD (H:V)	3H : 2V	3H : 2V
MEJORA DEL TERRENO			
CIMENTACIÓN ESTRUCTURAS			
OBSERVACIONES	Altura máxima 2 m. Coeficiente de paso 1,16	Altura máxima 2 m.	Altura máxima 3 m.
NIVEL FREÁTICO	No se afecta	No se afecta	No se afecta



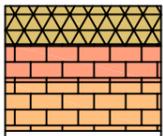
UNIDAD AFECTADA	Arenas arcillosas con cantos / Calizas			
TIERRA VEGETAL	0,30 m	0,30 m	0,4m	0,2 m
EXCAVABILIDAD				70% Excavable – 30% Ripable
REUTILIZACIÓN				100% Todo Uno
TALUD (H:V)				1H : 1V
TIPO DE EXPLANACIÓN				Roca
DESBROCE	0,3 m	0,3 m	0,4 m	
TRATAMIENTO CIMENTO	Desbroce	Desbroce	Desbroce	
SUELO DE APOYO	Roca fracturada	Roca fracturada	Roca	
TALUD (H:V)	3H : 2V	3H : 2V	3H : 2V	
MEJORA DEL TERRENO				
CIMENTACIÓN ESTRUCTURAS				
OBSERVACIONES	Altura máxima 3 m.	Altura máxima 2 m.	Altura máxima 4 m.	Altura máxima 2,5 m. Coeficiente de paso 1,16
NIVEL FREÁTICO	No se afecta	No se afecta	No se afecta	No se afecta

## **APÉNDICE N° 3. REGISTROS DE CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS**

# CALICATA CR-1

# FOTOGRAFÍAS

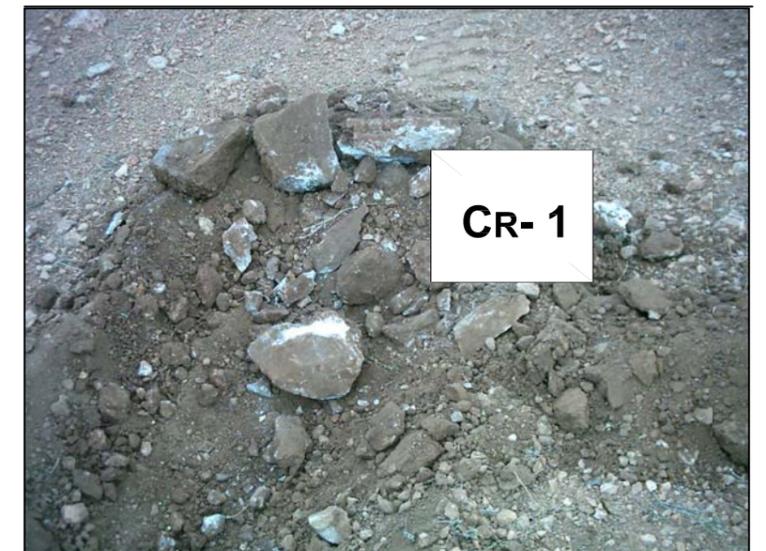
 <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO ACCESO DESDE N-430 A LA CARRETERA DE OSSA A LAS LAGUNAS DE RUIDERA</u> PP.KK.: <u>0+390</u>	
	CALICATA: <u>CR-1</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>0.40 m</u>
FECHA: <u>10/09/06</u>		Z inf (m): _____

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCION
0		<u>0.00- 0.20 m :</u> Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0.5		<u>0.20- 0.40 m :</u> Roca caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, a favor de zonas fracturadas, las cuales se presentan más rojizas- ocres, más terrosas, con oquedades óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de calcita.
1		La roca se puede excavar hasta los 0.40 m , saliendo en fragmentos irregulares y heterométricos, desde tamaño grava hasta bolos de 50 cms.
1.5		<u>A partir de 0.40 m:</u> Roca caliza. Rechazo.
2		
2.5		
3		
3.5		
4		
4.5		

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.20 m	2	0.00- 0.20 m	4	0.00- 0.20 m	1				
0.20- 0.40 m	3	0.20- 0.40 m	2	0.20- 0.40 m	1				
A partir de 0.40 m	4	A partir de 0.40 m	1	A partir de 0.40 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)

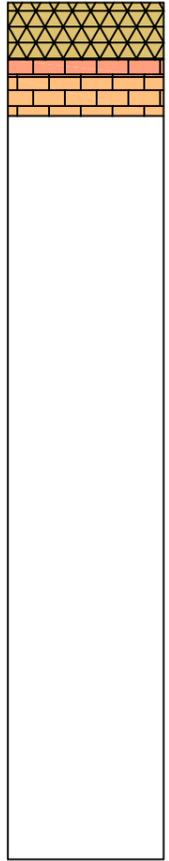


## RESULTADOS DE LABORATORIO

# CALICATA CR- 2

# FOTOGRAFÍAS

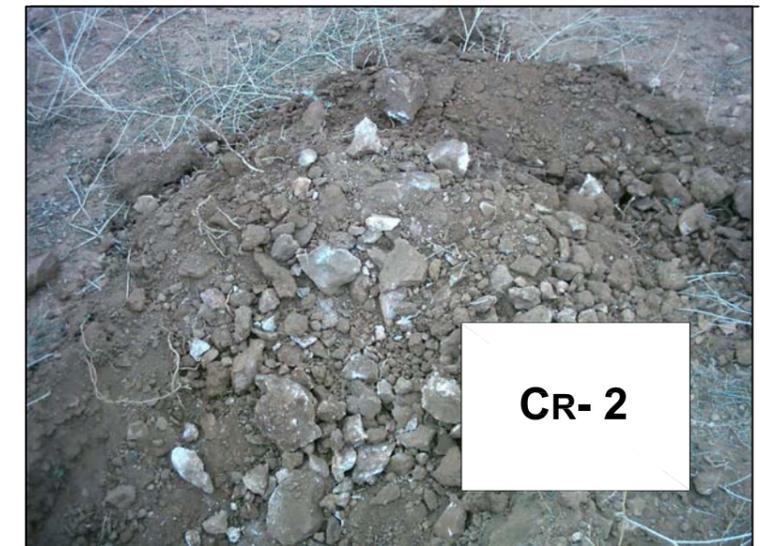
 <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO ACCESO DESDE N-430 A LA CARRETERA DE OSSA A LAS LAGUNAS DE RUIDERA</u> PP.KK.: <u>0+820</u>	
	CALICATA: <u>CR- 2</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>0.40 m</u>
	FECHA: <u>10/09/06</u>	Z inf (m): _____

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
0		<u>0.00- 0.30 m :</u> Tierra vegetal. Arena limosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0,5		<u>0.30- 0.40 m :</u> Roca caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, a favor de zonas fracturadas, las cuales se presentan más rojizas- ocre, más terrosas, con oquedades óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de calcita.
1		La roca se puede excavar hasta los 0.40 m , saliendo en fragmentos irregulares y heterométricos, desde tamaño grava hasta bolos de 50 cms.
1,5		<u>A partir de 0.40 m:</u> Roca caliza. Rechazo.
2		
2,5		
3		
3,5		
4		
4,5		

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.30 m	2	0.00- 0.30 m	4	0.00- 0.30 m	1				
0.30- 0.40 m	3	0.30- 0.40 m	2	0.30- 0.40 m	1				
A partir de 0.40 m	4	A partir de 0.40 m	1	A partir de 0.40 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



## RESULTADOS DE LABORATORIO

# CALICATA CR- 3

# FOTOGRAFÍAS

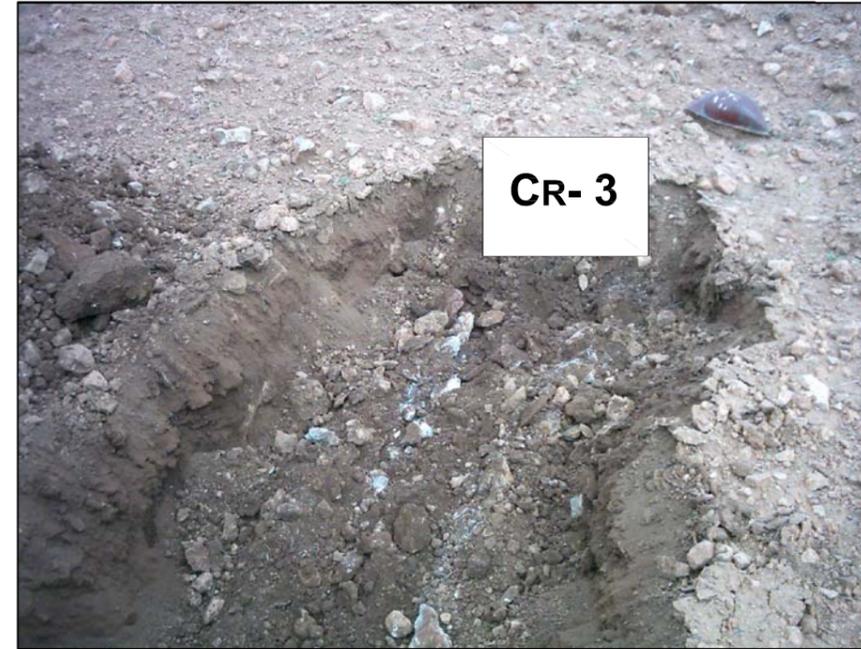
 <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO ACCESO DESDE N-430 A LA CARRETERA DE OSSA A LAS LAGUNAS DE RUIDERA</u>		PP.KK.: <u>1+380</u>
	CALICATA: <u>CR- 3</u>		COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>		PROF. (m): <u>0.40 m</u>
	FECHA: <u>10/09/06</u>		Z inf (m): _____

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCION
0		<u>0.00- 0.30 m :</u> Tierra vegetal. Arena limosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0,5		<u>0.30- 0.40 m :</u> Roca caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, a favor de zonas fracturadas, las cuales se presentan más rojizas- ocre, más terrosas, con oquedades óxidadas y recrystalizadas con cristales centimétricos de calcita.
1		La roca se puede excavar hasta los 0.40 m , saliendo en fragmentos irregulares y heterométricos, desde tamaño grava hasta bolos de 50 cms.
1,5		<u>A partir de 0.40 m:</u> Roca caliza. Rechazo.
2		
2,5		
3		
3,5		
4		
4,5		

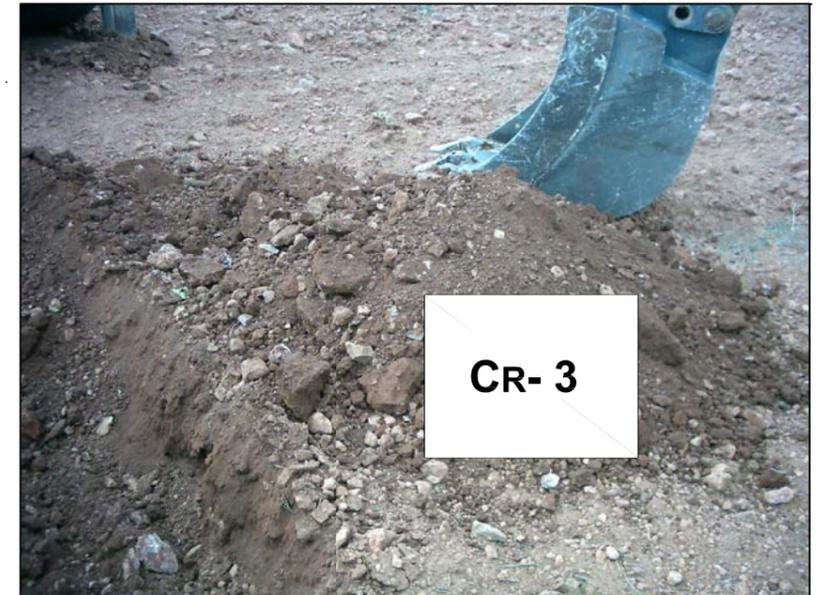
N.A.:	OBSERVACIONES:
-------	----------------

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.30 m	2	0.00- 0.30 m	4	0.00- 0.30 m	1				
0.30- 0.40 m	3	0.30- 0.40 m	2	0.30- 0.40 m	1				
A partir de 0.40 m	4	A partir de 0.40 m	1	A partir de 0.40 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



CR- 3



CR- 3

## RESULTADOS DE LABORATORIO

# CALICATA CR-4

# FOTOGRAFÍAS

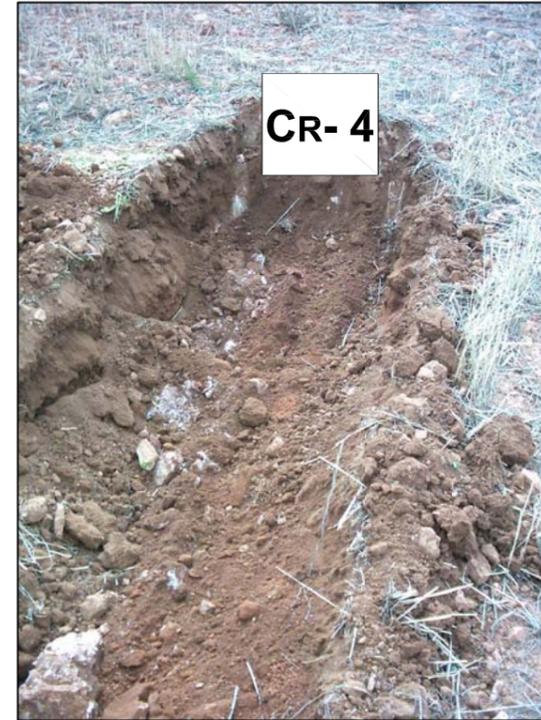
  C/ Espronceda 19 28003 Madrid	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO ACCESO DESDE N-430 A LA CARRETERA DE OSSA A LAS LAGUNAS DE RUIDERA</u>		PP.KK.: <u>1+550</u>
	CALICATA: <u>CR-4</u>		COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>		PROF. (m): <u>0.50 m</u>
	FECHA: <u>10/09/06</u>		Z inf (m): _____

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
0		<u>0.00- 0.40 m :</u> Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0.5		<u>0.40- 0.50 m :</u> Roca caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, a favor de zonas fracturadas, las cuales se presentan más rojizas- ocreas, más terrosas, con oquedades óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de calcita.
1		La roca se puede excavar hasta los 0.40 m , saliendo en fragmentos irregulares y heterométricos, desde tamaño grava hasta bolos de 50 cms.
1.5		<u>A partir de 0.50 m:</u> Roca caliza. Rechazo.
2		
2.5		
3		
3.5		
4		
4.5		

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.40 m	2	0.00- 0.40 m	4	0.00- 0.40 m	1				
0.40- 0.50 m	3	0.40- 0.50 m	2	0.40- 0.50 m	1				
A partir de 0.50 m	4	A partir de 0.50 m	1	A partir de 0.50 m	1				

(\* Escala 4 a 1 (de mayor a menor))



## RESULTADOS DE LABORATORIO

# CALICATA CR-5

# FOTOGRAFÍAS



C/ Espronceda 19  
28003 Madrid

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO ACCESO DESDE N-430 A LA CARRETERA DE OSSA A LAS LAGUNAS DE RUIDERA PP.KK.: Final trazado

CALICATA: CR-5 COTA (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_

SUPERVISOR: SONIA VERDASCO PROF. (m): 0.80 m

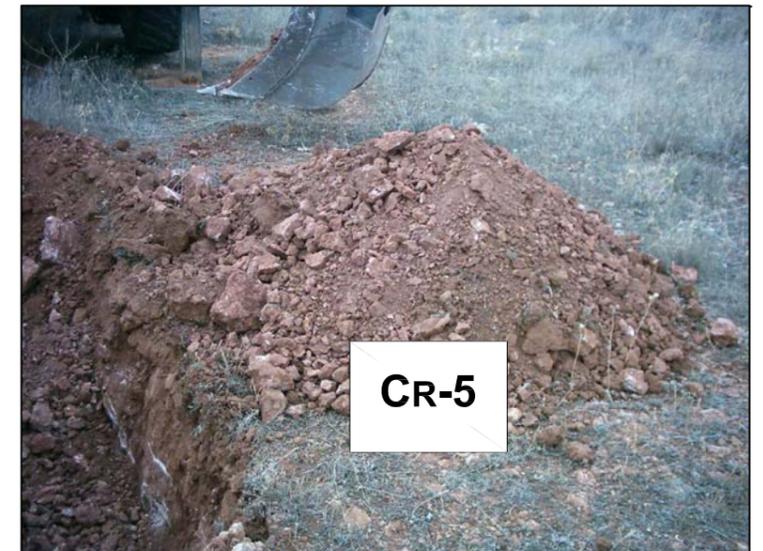
FECHA: 10/09/06 Z inf (m): \_\_\_\_\_

(m)	COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION
0		0.00- 0.20 m : Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0.5		0.20- 0.60 m : Arena arcillosa rojiza con fragmentos de roca caliza tamaño grava, heterométricos, entre 2- 10 cms y con formas irregulares. Presenta algún fragmento tamaño bolo de hasta 20 cms. Los fragmentos de roca son de una caliza banquecina- rojiza alterada terrosa, bastante menos resistente que la roca sana. En los fragmentos aparecen oquedades recristalizadas totalmente por cristales de calcita.
1		
1.5		
2		
2.5		0.60- 0.80 m : Roca caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, a favor de zonas fracturadas, las cuales se presentan más rojizas- ocres, más terrosas, con oquedades óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de calcita.
3		
3.5		
4		La roca se puede excavar hasta los 0.80 m , saliendo en fragmentos irregulares y heterométricos, desde tamaño grava hasta bolos de 50 cms.

NA: \_\_\_\_\_ A partir de 0.80 m: Roca caliza. Rechazo.

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.20 m	2	0.00- 0.20 m	4	0.00- 0.20 m	1	0.40 m	MS		0.60 m
0.20- 0.60 m	2	0.20- 0.60 m	3	0.20- 0.60 m	1				
0.60- 0.80 m	3	0.60- 0.80 m	2	0.60- 0.80 m	1				
A partir de 0.80 m	4	A partir de 0.80 m	1	A partir de 0.80 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
76,5	36	19,1	12,3
Límites de Atterberg			
LL		LP	IP
26,7		16,7	10
Dens. máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
2,12	8,7	86	25,6
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
0,5	0,04	0,01	SM

## **APÉNDICE N° 4. ESTADILLO DE PENETRACIÓN DINÁMICA**

BESLAND CONSULTORES S.A.

OBRA: E.G. Ramal de Conexión Variante Casa de Monte#030, P.K. 14550

FECHA: 11/10/2018

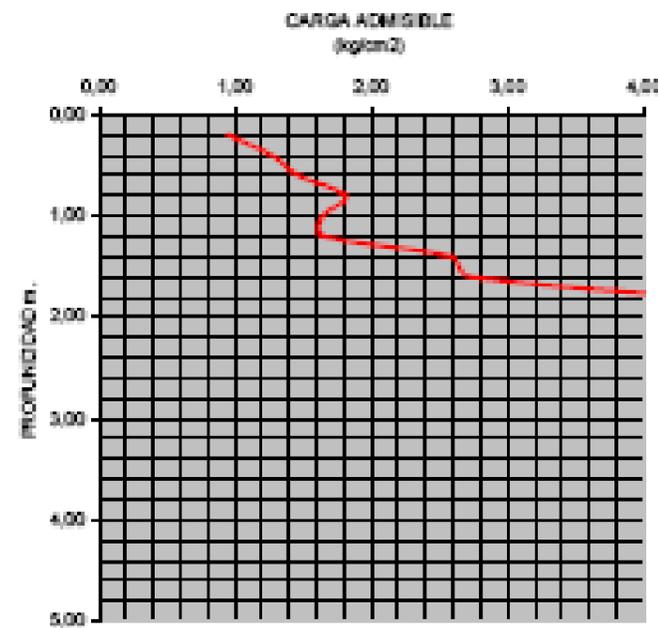
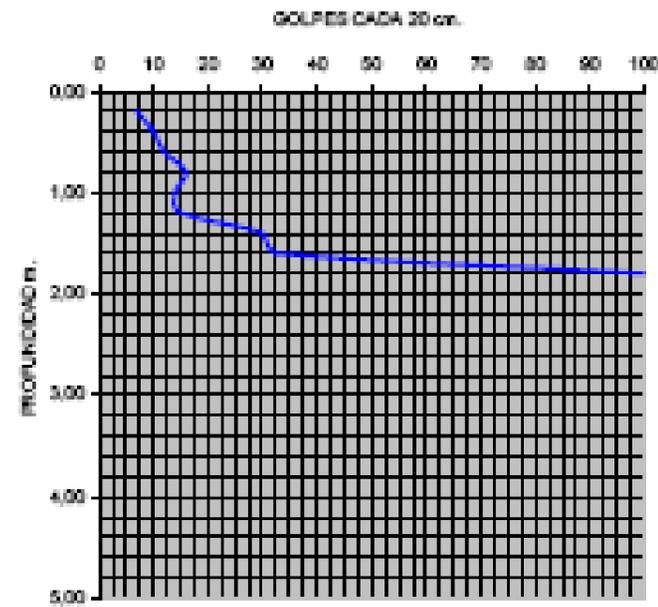
ENSAYO: PENETRÓMETRO Nº PS-1

HOJA: 01

DOTA: Rasante terreno

GOLPES	PROFUND.	Q adm
7	0,00-0,20	0,94
10	0,20-0,40	1,27
12	0,40-0,60	1,46
16	0,60-0,80	1,81
14	0,80-1,00	1,64
15	1,00-1,20	1,65
30	1,20-1,40	2,59
33	1,40-1,60	2,73
100	1,60-1,80	4,31
	1,80-2,00	
	2,00-2,20	
	2,20-2,40	
	2,40-2,60	
	2,60-2,80	
	2,80-3,00	
	3,00-3,20	
	3,20-3,40	
	3,40-3,60	
	3,60-3,80	
	3,80-4,00	
	4,00-4,20	
	4,20-4,40	
	4,40-4,60	
	4,60-4,80	
	4,80-5,00	
	5,00-5,20	
	5,20-5,40	
	5,40-5,60	
	5,60-5,80	
	5,80-6,00	
	6,00-6,20	
	6,20-6,40	
	6,40-6,60	
	6,60-6,80	
	6,80-7,00	
	7,00-7,20	
	7,20-7,40	
	7,40-7,60	
	7,60-7,80	
	7,80-8,00	
	8,00-8,20	
	8,20-8,40	
	8,40-8,60	
	8,60-8,80	
	8,80-9,00	
	9,00-9,20	
	9,20-9,40	
	9,40-9,60	
	9,60-9,80	
	9,80-10,00	

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH

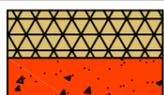
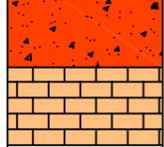


**APÉNDICE N° 5. INFORMACIÓN RECOPIADA DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA VARIANTE  
DE OSSA DE MONTIEL**

# CALICATA C-1

# FOTOGRAFÍAS

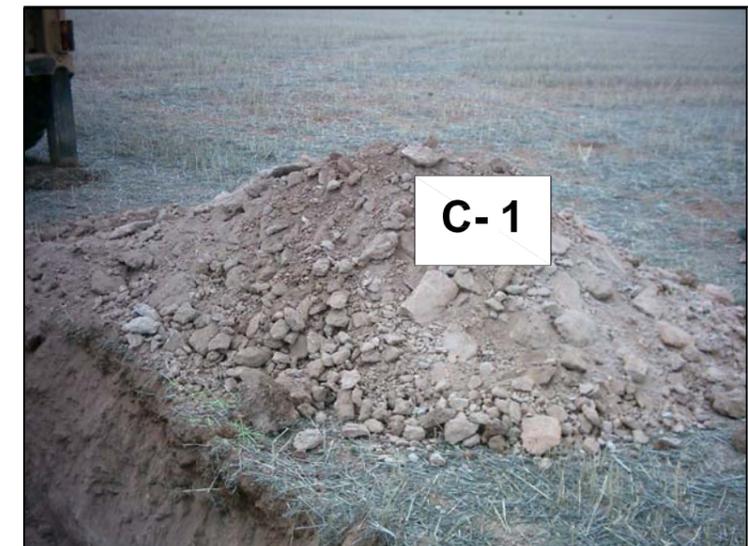
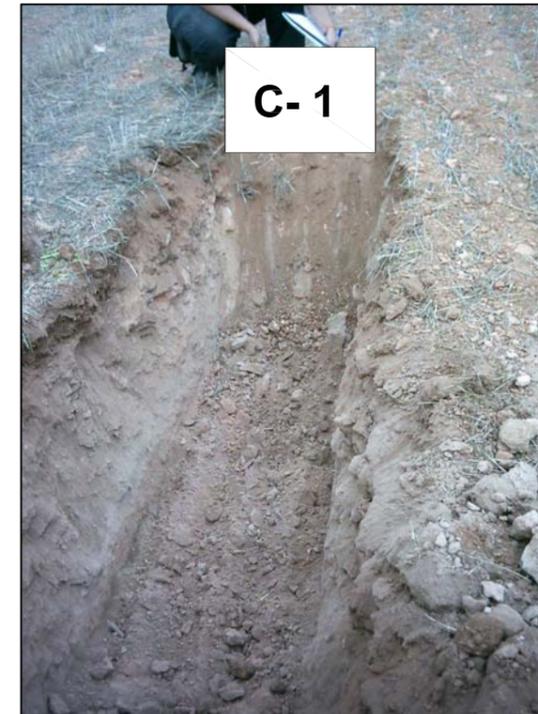
 <p>BESLAND, S.A. CONSULTORES</p> <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>	
	PP.KK.: <u>0+640</u>	
	CALICATA: <u>C-1</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>0.80 m</u>
FECHA: <u>10/09/06</u>	Z inf (m): _____	

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
0		<u>0.00- 0.25 m</u> : Tierra vegetal. Arena limosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0,5		<u>0.25- 0.80 m</u> : Arena limosa de color rojo claro, rosado con fragmentos de roca calcárea irregulares. A techo los fragmentos aparecen más gastados, más redondeados, y a medida que se profundiza se vuelven más irregulares, más angulosos y de mayor tamaño. Los fragmentos de roca no son cristalinos, son más arenosos, rosados-blanquecinos con trazas blancas. Parecen encostramientos del suelo con una estructura aparentemente laminada. También aparecen concreciones más blandas que los encostramientos que salen junto con las arenas. Cuando aumenta la profundidad los fragmentos de roca salen con tamanos de hasta 40*10 cm y forma tabular.
1		<u>A partir de 0.80 m</u> : Roca caliza. Rechazo.
1,5		
2		
2,5		
3		
3,5		
4		
4,5		

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.25 m	2	0.00- 0.25 m	4	0.00- 0.25 m	1				
0.25- 0.80 m	2	0.25- 0.80 m	3	0.25- 0.80 m	1	0.50 m	MS		0.70 m
A partir de 0.80 m	4	A partir de 0.80 m	1	A partir de 0.80 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



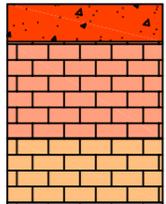
## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
96,4	67	38,2	23,9
Límites de Atterberg			
LL		LP	
38,2		26,4	
IP			
11,8			
Dens. máxima (t/m³)	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
1,70	16,9	64,6	
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
1,1	0,04		SM

# CALICATA C-2

# FOTOGRAFÍAS

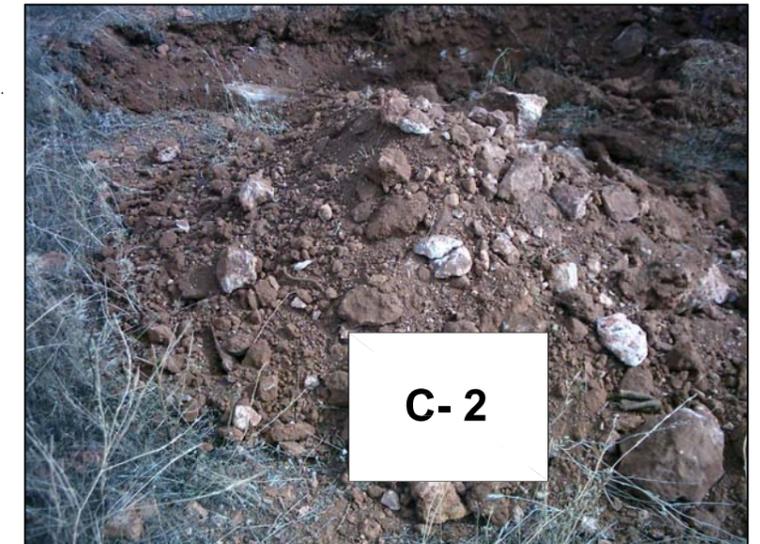
 <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>	
	PP.KK.: <u>1+240</u>	
	CALICATA: <u>C-2</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>0.70 m</u>
FECHA: <u>10/09/06</u>	Z inf (m): _____	

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
0		<u>0.00- 0.20 m</u> : Arena arcillosa rojiza con fragmentos de roca caliza tamaño grava, heterométricos, entre 2- 10 cms y con formas irregulares en empaquetado desordenado.
0,5		<u>0.20- 0.70 m</u> : Roca caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, las cuales se presentan más rojizas, más terrosas, con oquedades óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de calcita.
1		La roca se puede excavar hasta los 0.70 m , saliendo en fragmentos irregulares y heterométricos, desde tamaño grava hasta bolos de 30 cms.
1,5		<u>A partir de 0.70 m</u> : Roca caliza. Rechazo.
2		
2,5		
3		
3,5		
4		
4,5		

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.20 m	2	0.00- 0.20 m	3	0.00- 0.20 m	1				
0.20- 0.70 m	3	0.20- 0.70 m	2	0.20- 0.70 m	1				
A partir de 0.70 m	4	A partir de 0.70 m	1	A partir de 0.70 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



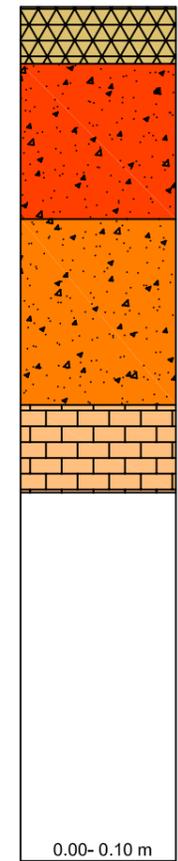
## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
Límites de Atterberg			
LL		LP	IP
Dens. máxima (t/m³)	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS

# CALICATA C-3

# FOTOGRAFÍAS

 <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>	
	PP.KK.: <u>1+990</u>	
	CALICATA: <u>C-3</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>2.10 m</u>
FECHA: <u>10/09/06</u>	Z inf (m): _____	

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
0		
0.00- 0.30 m :		Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0.30- 1.10 m :		Arena arcillosa rojiza con fragmentos de roca caliza tamaño grava, heterométricos, entre 2- 10 cms y con formas regulares. Presenta algún fragmento tamaño bolo de alrededor de 15- 20 cms.
1.10- 2.10 m :		Arcilla margosa y arenosa roja con colores pardos. Presenta fragmentos de caliza masiva, tanto microcristalinos como alterados y más terrosos, de tamaños de hasta 30 cms, y una alta proporción de concreciones con trazas blancas de carbonato. En profundidad aparecen bolos de hasta 50* 30 cms de caliza microcristalina con recristalizaciones en oquedades de cristales de calcita.
A partir de 2.10 m:		Roca caliza. Rechazo.

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.10 m	2	0.00- 0.10 m	4	0.00- 0.10 m	1	0.30 m	MS MB		0.60 m
0.10- 1.10 m	2	0.10- 1.10 m	3	0.10- 1.10 m	1				
1.10- 2.10 m	2	1.10- 2.10 m	3	1.10- 2.10 m	2				
A partir de 2.10 m	4	A partir de 2.10 m	1	A partir de 2.10 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)

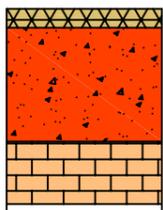


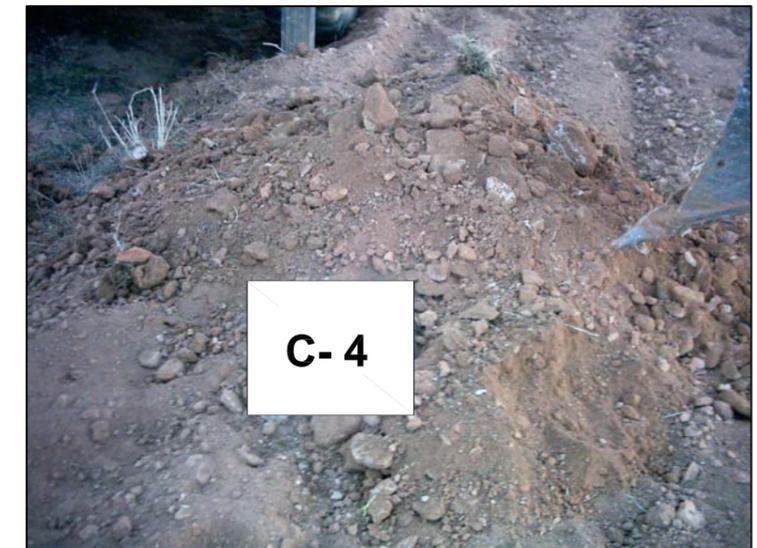
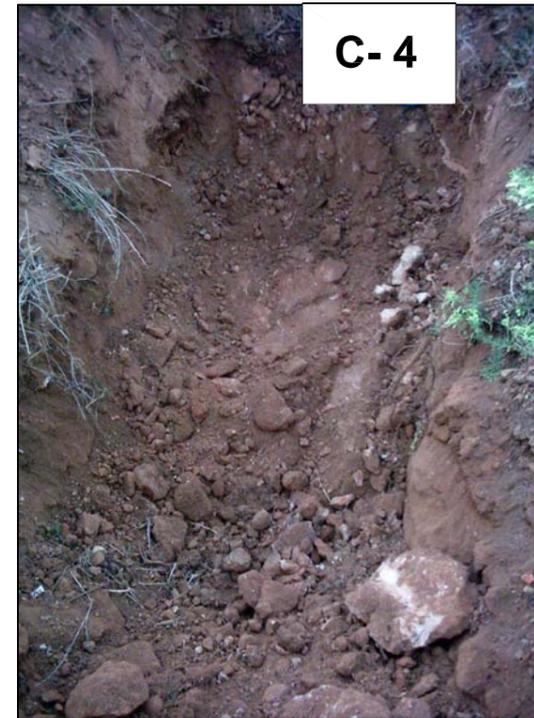
## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
89,4	53,1	32,9	22,8
Límites de Atterberg			
LL		LP	IP
30,5		19,2	11,3
Dens. máxima (t/m³)	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
			31,3
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
0,9		0,01	SC

# CALICATA C-4

# FOTOGRAFÍAS

 C/ Espronceda 19 28003 Madrid		OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>		PP.KK.: <u>2+790</u>					
		CALICATA: <u>C-4</u>		COTA (m.s.n.m.): _____					
		SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>		PROF. (m): <u>0.70m</u>					
		FECHA: <u>10/09/06</u>		Z inf (m): _____					
(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN							
0		<u>0,00 - 0,10 m</u> : Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura-rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.							
0,5		<u>0,10 - 0,70 m</u> : Arena arcillosa rojiza con fragmentos de caliza tamaño grava heterométricos y alguno de tamaño bolo, con forma irregular, subangulosa y un empaquetado desordenado.							
1		<u>A partir de 0.70 m</u> : Roca caliza. Rechazo.							
1,5									
2									
2,5									
3									
3,5									
4									
4,5									
N.A.:		OBSERVACIONES:							
REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00 - 0.70 m	2	0.00 - 0.70 m	3	0.00 - 0.70 m	1	0.40 m	MB		0.60 m
A partir de 0.70 m	4	A partir de 0.70 m	1	A partir de 0.70 m	1				
(*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)									

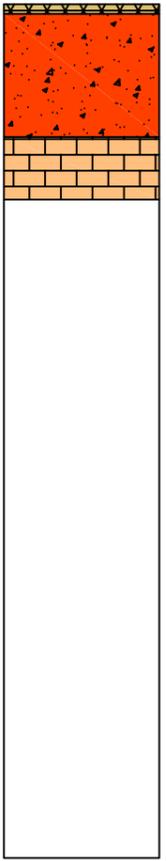


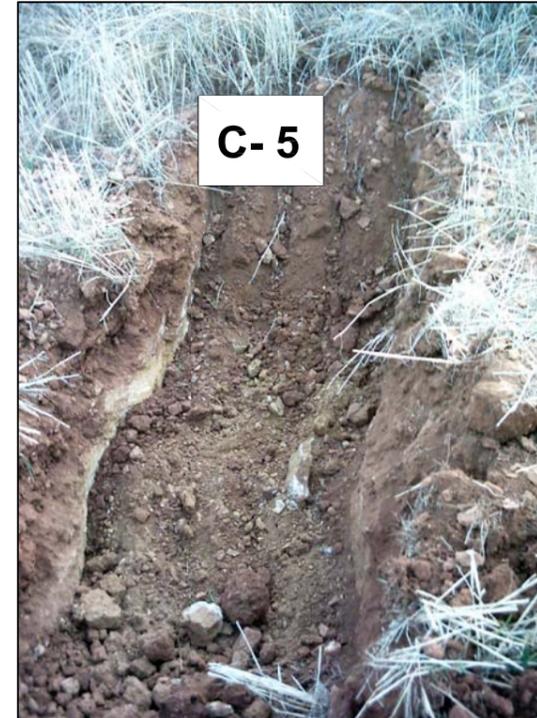
## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
97,9	76,3	48,6	34,8
Límites de Atterberg			
LL		LP	
33,6		23,4	
IP			
10,2			
Dens. máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
			54,3
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
1,7	0,07	0,02	SC

# CALICATA C-5

# FOTOGRAFÍAS

  C/ Espronceda 19 28003 Madrid		OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>																																											
		PP.KK.: <u>3+110</u>																																											
		CALICATA: <u>C- 5</u>	COTA (m.s.n.m.): _____																																										
		SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>0.70m</u>																																										
FECHA: <u>10/09/06</u>		Z inf (m): _____																																											
(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN																																											
0		<u>0,00 - 0,05 m</u> : Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.																																											
0,5		<u>0,05 - 0,70 m</u> : Arena arcillosa rojiza con fragmentos de caliza. Los fragmentos de roca presentan un tamaño medio de aproximadamente 5 cms y una forma subangulosa algo más regular que en la anterior excavación. Presentan un empaquetado desordenado.																																											
1		<u>A partir de 0.70 m</u> : Roca caliza. Rechazo.																																											
1,5																																													
2																																													
2,5																																													
3																																													
3,5																																													
4																																													
4,5																																													
N.A.:		OBSERVACIONES:																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6">REGISTROS CONTINUOS</th> <th colspan="4">MUESTRAS Y ENSAYOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">ESTABILIDAD</th> <th colspan="2">EXCAVABILIDAD</th> <th colspan="2">HUMEDAD</th> <th rowspan="2">PROF. SUP.</th> <th rowspan="2">TIPO</th> <th rowspan="2">RESULTADO</th> <th rowspan="2">PROF. INF.</th> </tr> <tr> <th>PROF.</th> <th>ESTAB.*</th> <th>PROF.</th> <th>EXCAVAB.*</th> <th>PROF.</th> <th>HUMED.*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00- 0.70 m</td> <td>2</td> <td>0.00- 0.70 m</td> <td>3</td> <td>0.00- 0.70 m</td> <td>2</td> <td rowspan="2">0.30 m</td> <td rowspan="2">MS MB</td> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2">0.60 m</td> </tr> <tr> <td>A partir de 0.70 m</td> <td>4</td> <td>A partir de 0.70 m</td> <td>1</td> <td>A partir de 0.70 m</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>				REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS				ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.	PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*	0.00- 0.70 m	2	0.00- 0.70 m	3	0.00- 0.70 m	2	0.30 m	MS MB		0.60 m	A partir de 0.70 m	4	A partir de 0.70 m	1	A partir de 0.70 m	1
REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS																																							
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.																																				
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*																																								
0.00- 0.70 m	2	0.00- 0.70 m	3	0.00- 0.70 m	2	0.30 m	MS MB		0.60 m																																				
A partir de 0.70 m	4	A partir de 0.70 m	1	A partir de 0.70 m	1																																								
(*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)																																													



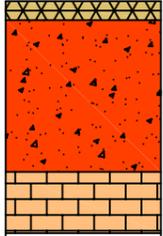
## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
88,5	69,2	52,1	39,8
Límites de Atterberg			
LL		LP	
28,8		18,1	
IP			
10,7			
Dens. máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
2,05	8,8	19,5	54,8
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
0,8		0,01	SC

# CALICATA C-6

# FOTOGRAFÍAS

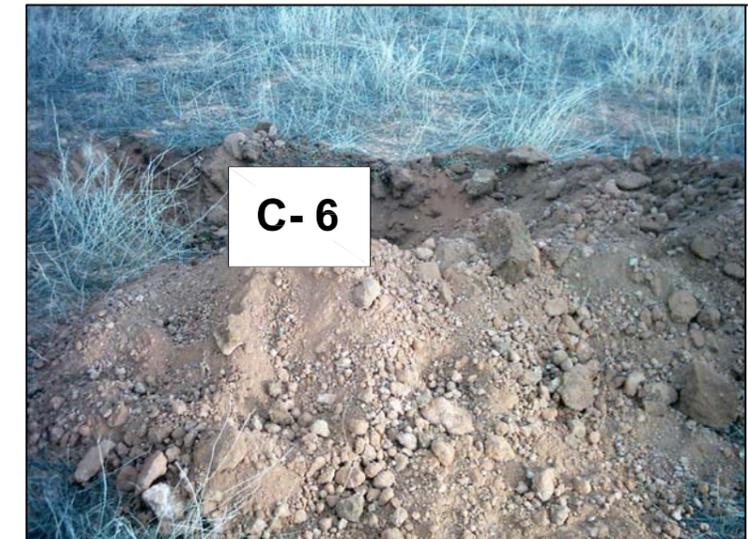
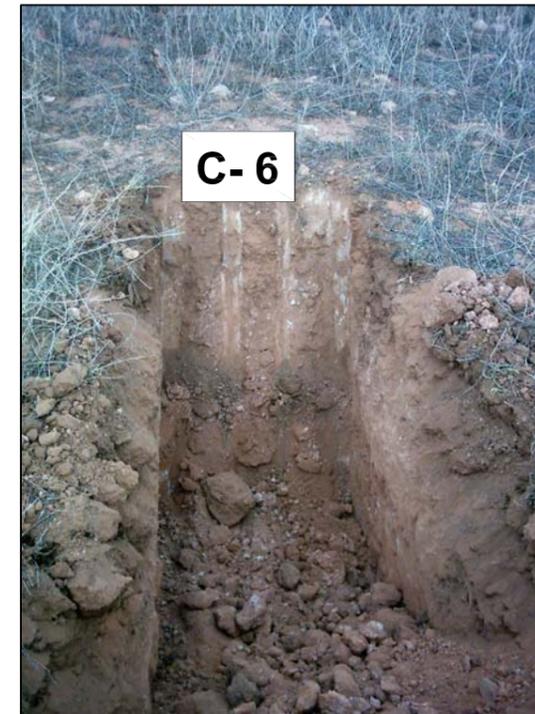
 <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>	
	PP.KK.: <u>3+430</u>	
	CALICATA: <u>C-6</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>0.90m</u>
FECHA: <u>10/09/06</u>	Z inf (m): _____	

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
0		0.00 - 0.10 m : Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura-rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0.5		0.10 - 0.90 m : Arena arcillosa rojiza. Presenta frecuentes concreciones del mismo material que se deshacen al apretar con las manos. Las concreciones tiene trazas blancas, posiblemente de carbonatos. Presenta cantos calizos de formas tan regulares como en la calicata C-5, aunque aparecen en menor cantidad.
1		A partir de 0.90 m: Roca caliza. Rechazo.
1.5		
2		
2.5		
3		
3.5		
4		
4.5		

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00 - 0.90 m	2	0.00 - 0.90 m	3	0.00 - 0.90 m	2	0.40 m	MS MB		0.70 m
A partir de 0.90 m	4	A partir de 0.90 m	1	A partir de 0.90 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
98,7	77,4	61,6	49,5
Límites de Atterberg			
LL	LP	IP	
32,3	21	11,3	
Dens. máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
1,87	12,6	37,1	
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
0,7	0,02		SC

# CALICATA C-7

# FOTOGRAFÍAS

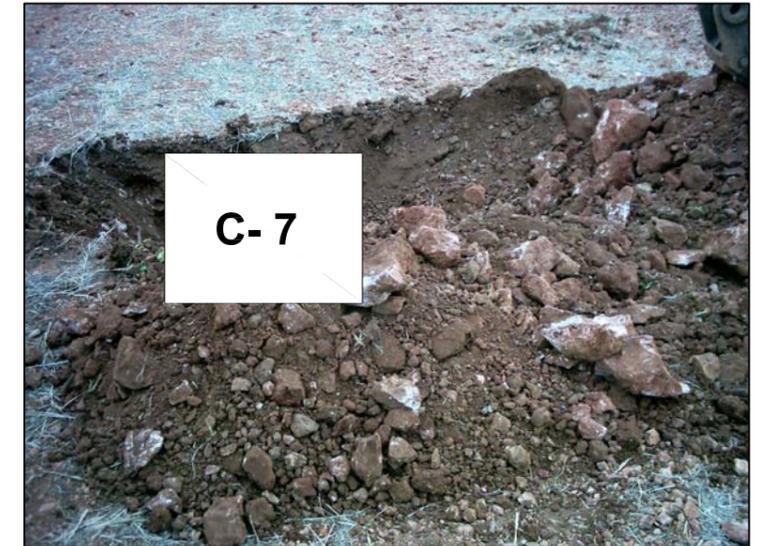
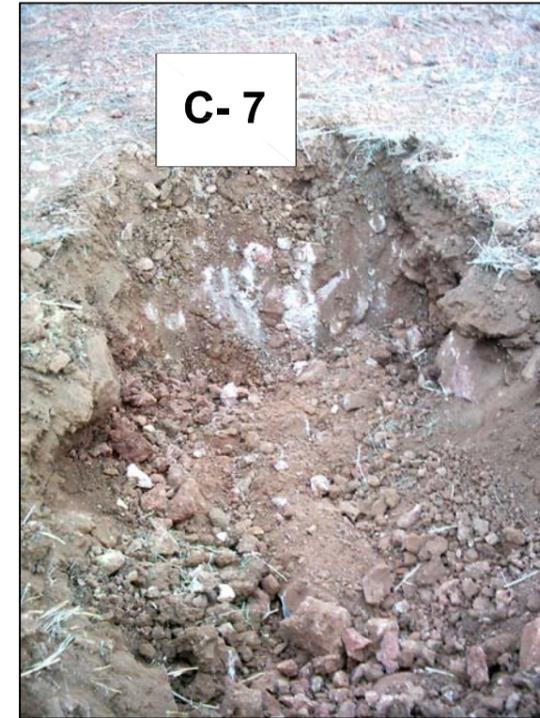
  C/ Espronceda 19 28003 Madrid	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>	
	PP.KK.: <u>3+910</u>	
	CALICATA: <u>C-7</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>0.50m</u>
FECHA: <u>10/09/06</u>	Z inf (m): _____	

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCION
0		<u>0.00- 0.05 m</u> : Tierra vegetal. Arena limosa erojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0,5		<u>0.05- 0.50 m</u> : Arena arcillosa rojiza con un alto contenido en fragmentos de caliza hetrométricos, entre 5-30 cms, irregulares y angulosos. Los fragmentos son de caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, las cuales se presentan más rojizas, más terrosas, con oquedades óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de calcita.
2,5		<u>A partir de 0.50 m</u> : Roca caliza. Rechazo.

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.10 m	2	0.00- 0.10 m	4	0.00- 0.10 m	2	0.20 m	MB		0.40 m
0.10- 0.50 m	3	0.10- 0.50 m	2	0.10- 0.50 m	2				
A partir de 0.50 m	4	A partir de 0.50 m	1	A partir de 0.50 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



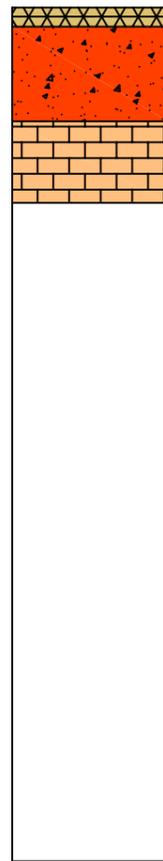
## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
71,2	42,1	27,4	17,5
Límites de Atterberg			
LL		LP	
33,3		22	
IP		11,3	
Dens. máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
			24,8
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
1,3		0,01	GC

# CALICATA C-8

# FOTOGRAFÍAS

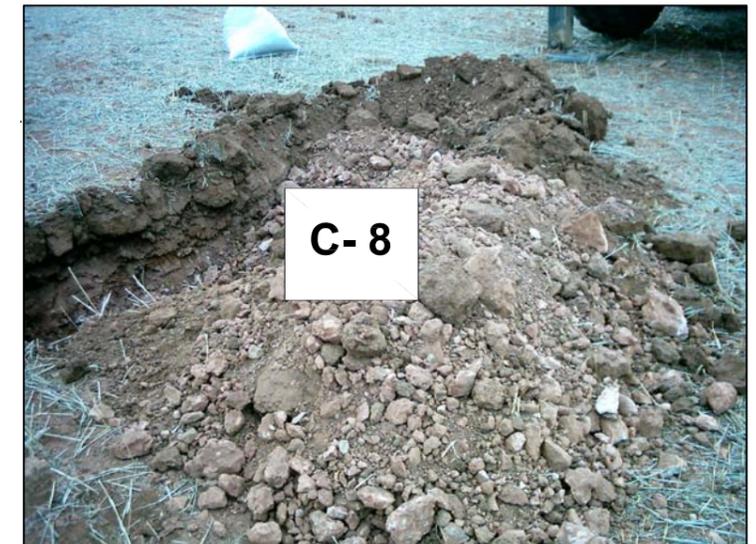
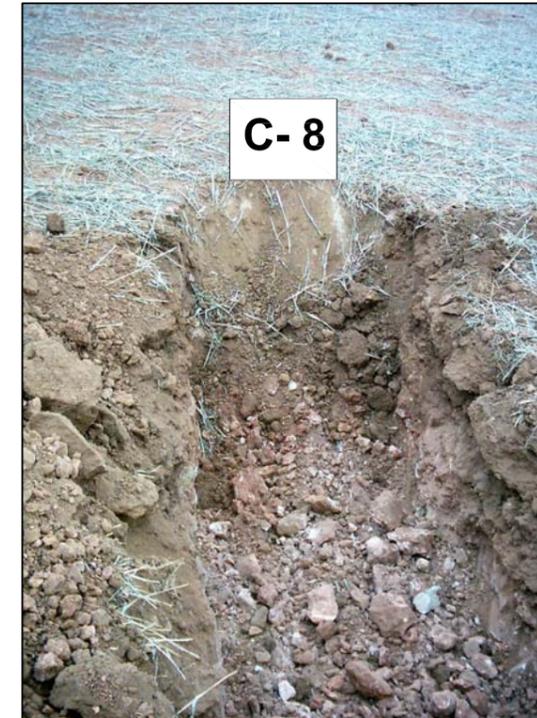
 <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>	
	PP.KK.: <u>4+120</u>	
	CALICATA: <u>C- 8</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>0.60m</u>
FECHA: <u>10/09/06</u>	Z inf (m): _____	

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
0		<u>0.00- 0.10 m</u> : Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0,5		<u>0.10- 0.60 m</u> : Arena arcillosa rojiza con fragmentos calcáreos.  De 0.10 a 0.20 m aparecen fragmentos de tamaño grava entre 2- 8 cms en pequeñas proporciones.  A partir de los 0.20 m aparecen fragmentos de caliza que aumenta su proporción en profundidad hasta llegar a la roca. A medida que se profundiza se hacen más grandes, hasta alcanzar tamaños 30cms. A techo los fragmentos son más regulares y homométricos, y en profundidad tienen formas más irregulares, son más heterométricos y presentan un empaquetado desordenado.
1		
1,5		
2		<u>A partir de 0.60 m</u> : Roca caliza. Rechazo.
2,5		
3		
3,5		
4		
4,5		

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.60 m	2	0.00- 0.60 m	2	0.00- 0.60 m	1	0.20 m	MS MB		0.40 m
A partir de 0.60 m	4	A partir de 0.60 m	1	A partir de 0.60 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



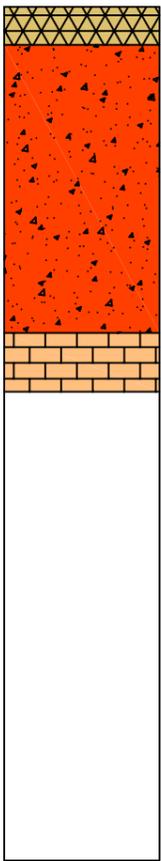
## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
88,1	67	46,4	33,3
Límites de Atterberg			
LL	LP	IP	
30,4	19,6	10,8	
Dens. máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
1,3	0,03		SC

# CALICATA C-9

# FOTOGRAFÍAS

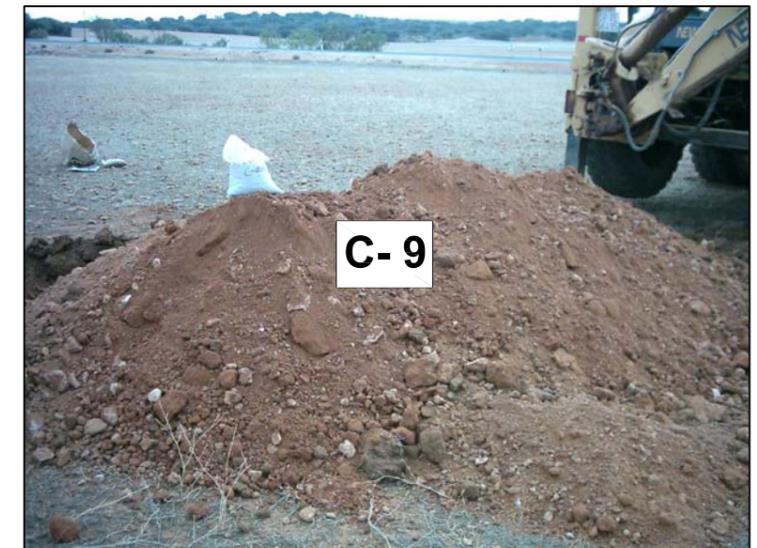
 <p>C/ Espronceda 19 28003 Madrid</p>	OBRA: <u>ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL</u>	
	PP.KK.: <u>4+850</u>	
	CALICATA: <u>C- 9</u>	COTA (m.s.n.m.): _____
	SUPERVISOR: <u>SONIA VERDASCO</u>	PROF. (m): <u>1.70 m</u>
FECHA: <u>10/09/06</u>	Z inf (m): _____	

(m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCION
0		0.00- 0.20 m : Tierra vegetal. Arena arcillosa marrón oscura- rojiza con cantos calcáreos. Presencia de raíces.
0.5		0.20- 1.70 m : Arena arcillosa rojiza con fragmentos calcáreos tamaño grava heteométricos desde 2 cms hasta fragmentos tamaño bolo de 30 cms. A techo aparecen concreciones de arena con trazas blancas, posiblemente de carbonato. En profundidad aumenta el contenido de fragmentos calcáreos. Estos son más angulosos e irregulares. El color de la arena es más rojizo y salen fragmentos tamaño bolo de 30*30 cms. Los fragmentos son de caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, las cuales se presentan más rojizas, más terrosas, con oquedades óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de calcita.
1.5		A partir de 1.70 m: Roca caliza. Rechazo.
2		
2.5		
3		
3.5		
4		
4.5		

N.A.: OBSERVACIONES:

REGISTROS CONTINUOS						MUESTRAS Y ENSAYOS			
ESTABILIDAD		EXCAVABILIDAD		HUMEDAD		PROF. SUP.	TIPO	RESULTADO	PROF. INF.
PROF.	ESTAB.*	PROF.	EXCAVAB.*	PROF.	HUMED.*				
0.00- 0.20 m	2	0.00- 0.20 m	4	0.00- 0.20 m	1	0.30 m	MS MB		0.60 m
0.20- 1.70 m	2	0.20- 1.70 m	2	0.20- 1.70 m	2				
A partir de 1.70 m	4	A partir de 1.70 m	1	A partir de 1.70 m	1				

(\*) Escala 4 a 1 (de mayor a menor)



## RESULTADOS DE LABORATORIO

Granulometría (% pase por tamiz UNE)			
20	2	0,40	0,08
83,9	58,4	34,3	16,5
Límites de Atterberg			
LL	LP	IP	
24,5	15,8	8,7	
Dens. máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Índice CBR	Carbonatos (%)
2,10	8,1	103,1	40,6
Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Sulfatos (%)	Clasificación USCS
0,9		0,01	SC



FECHA DE INICIO: 10/10/06    FECHA DE TERMINO: 10/10/06    PUNTO KILOMETRICO: 0+910    LOCALIDAD: OSSA DE MONTIEL  
 OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL (ALBACETE)

COORDENADAS } X: 520549  
 } Y: 4314431  
 } Z:

SONDEO N.º S-1  
 HOJA 1 DE 1

NIVEL FREÁTICO	CORTE VERTICAL ESTRATIGRAFICO		NATURALEZA DEL TERRENO	DIAMETRO	T. SONDEO (t)	(% RECUPERACIÓN)	MUESTRAS Y ENSAYOS		E. ESTANDAR (S.P.T.) N. GOLPES/30 cm.	GRANULOMETRIA mm					PLASTICIDAD Y HUMEDAD %			DENSIDAD RELATIVA	COMPRESION SIMPLE		DEF. EDOM		COMPONENTES ACCESORIOS %			RESISTENCIA AL CORTE		OTROS ENSAYOS (3)																
	PROFUN. (m)	REPRES. GRAFICA					TIPO (2)	COTAS		63	20	2	0.4	0.08	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	W		Y <sub>d</sub>	q <sub>u</sub> Kp/cm <sup>2</sup>	Def %	e <sub>s</sub>	Presión Hincham. Kp/cm <sup>2</sup>	M.O.	SULFA. SO <sub>3</sub>	CARBO. CQ Ca	c' Kp/cm <sup>2</sup>	Ø'	Peso especif.	Dens. humeda	Indice Colapso	Baumann -Gully												
			<b>0.00- 0.60 m: Tierra vegetal.</b> Arenas arcillosas marrones oscuras con fragmentos calcáreos de color blanquecino y forma angulosa.	Ø 86 WB			M.I.	0.60 m	R																																			
1			<b>0.60- 10.30 m: Arenas arcillosas rojizas.</b> Arenas arcillosas rojizas con fragmentos de roca caliza. Presenta numerosas concreciones del mismo material en las que se observan trazas blancas, posiblemente de carbonato.					S.P.T.	0.60- 0.80 m	26/R	R																																	
2			Este material presenta unos tonos beige hasta los 1.80 m, y a partir de esta profundidad mantienen un color más rojizo.																																									
3									S.P.T.	3.00- 3.60 m	15-14-15-16	29																																
4			A partir de 2.70 m el material aparece más compacto, aparentemente más cohesivo, posiblemente por el uso de agua en el sondeo, ya que no se ha detectado el nivel freático.					T.P.	3.60- 3.80 m	X		100	100	96,7	85,1	63,9	25,9	16,2	18,6	1,75	0,64	2,92	0,05																			0,00		
5																																												
6								M.I.	5.90- 6.50 m	17-7-10-13		100	95,7	72,2	50,2	37,9	24,7	18,9	13,4	1,63																						0,13	34,5	
7								S.P.T.	6.50- 7.10 m	4-5-8-11	13																																	
8																																												
9								M.I.	9.20- 9.80 m	8-8-5-7		100	100	69,4	54,1	43,7	NO	NO	16,3	1,57																							0,20	34,98
10	NO N.F.						S.P.T.	9.80- 10.30 m	10-11-11-20	22																																		
11			<b>10.30 m: Fin del sondeo</b>																																									
12																																												
13																																												
14																																												
15																																												
16																																												
17																																												
18																																												
19																																												

(1) TIPO DE SONDEO Rw Rotación Wídiá Rd Rotación Diamante P Percusión	(2) TOMAMUESTRA SPT E. P. Estandar SH Shelby TD T. Doble TT T. Triple MA Muestra Alterada TP Testigo Parafinado MI Muestra Inalterada	(3) OTROS ENSAYOS MW Muestra de agua	SUPERVISOR: Sonia Verdasco EMPRESA DE SONDEOS: Cachorro Perforaciones, S.L.  SONDISTA: Francisco Cachorro TIPO DE MAQUINA: TP- 50	OBSERVACIONES: No se alcanza el Nivel Freático.
--	--	---	---	---



FECHA DE INICIO: 10/10/06 FECHA DE TERMINO: 10/10/06 PUNTO KILOMETRICO: 2+930 LOCALIDAD: OSSA DE MONTIEL  
 OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL (ALBACETE)

COORDENADAS X: 522506  
 Y: 4314152  
 Z:

SONDEO N.º S-2  
 HOJA 1 DE 2

NIVEL FREÁTICO	CORTE VERTICAL ESTRATIGRAFICO		NATURALEZA DEL TERRENO	DIAMETRO	T. SONDEO (1)	MUESTRAS Y ENSAYOS	E. ESTANDAR (S.P.T.) N. GOLPES/30 cm.	GRANULOMETRIA mm					PLASTICIDAD Y HUMEDAD %			COMPRESION SIMPLE	DEF. EDOM		COMPONENTES ACCESORIOS %			RESISTENCIA AL CORTE		OTROS ENSAYOS (3)					
	PROFUN. (m)	REPRESEN. GRAFICA						(% RECUPERACION)	TIPO (2)	COTAS	63	20	2	0,4	0,08		W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	W	Y <sub>s</sub>	q <sub>u</sub> Kp/cm <sup>2</sup>	Def %	e <sub>s</sub>	Presión Hincham. Kp/cm <sup>2</sup>	M.O.	SULFA. SO <sub>3</sub>	CARBO. CQ Ca	c' Kp/cm <sup>2</sup>	Ø'
1	0.00-0.40 m: Tierra vegetal. Arenas arcillosas marrones oscuras con fragmentos calcáreos de color blanquecino y forma angulosa.																												
2	0.40-2.60 m: Arenas arcillosas rojizas. Arenas arcillosas rojizas con fragmentos de roca caliza. Los fragmentos son heterométricos, fundamentalmente de tamaño grava entre 2- 10 cms, apareciendo alguno de tamaño bolo mayor de 15 cms, con formas irregulares y subangulosas.			Ø 86 WB		S.P.T. 1.70- 2.10 m	21-25-R	R																					
3	2.60- 4.30 m: Arcillas arenosas marrones. Arcillas arenosas de color marrón rosado. La arena que acompaña a la arcilla es muy fina. Aparece esporádicamente algún canto calcáreo subredondeado y con tamaños comprendidos entre 2 y 5 cms.					T.P. 3.80- 4.20 m	X		100	100	75,7	72,0	63,2	43,5	22,2	20,7	1,62	2,15	5,57			31,4	0,31	20,66					
4	4.30- 5.10 m: Gravas con matriz arcillosa. Gravas fundamentalmente calcáreas con matriz arcillosa de color ocre. Las gravas son heterométricas, encontrando clastos con tamaños tanto milimétricos como centimétricos. Presentan forma irregular y subangulosa																												
5	5.10- 9.90 m: Fragmentos de roca caliza. Fragmentos de roca caliza. Parecen ir acompañados de un material fino, el cual apenas aparece, tal vez debido a su lavado durante el sondeo.																												
6	Los fragmentos son de roca caliza masiva microcristalina de colores rojizos, blanquecinos y pardos. Presenta zonas más alteradas, a favor de zonas fracturadas, las cuales se presentan más rojizas- ocre, más terrosas, con oquedades óxidadas y recristalizadas con cristales centimétricos de calcita.																												
7	9.90 m: Roca caliza. Cambio de registro a roca.																												
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													

(1) TIPO DE SONDEO Rw Rotación Wídia Rd Rotación Diamante P Percusión	(2) TOMAMUESTRA SPT E. P. Estandar SH Shelby TD T. Doble TT T. Triple MA Muestra Alterada TP Testigo Parafinado MI Muestra Inalterada	(3) OTROS ENSAYOS MW Muestra de agua	SUPERVISOR: Sonia Verdasco EMPRESA DE SONDEOS: Cachorro Perforaciones, S.L.  SONDISTA: Francisco Cachorro TIPO DE MAQUINA: TP- 50	OBSERVACIONES:
--	--	---	---	----------------



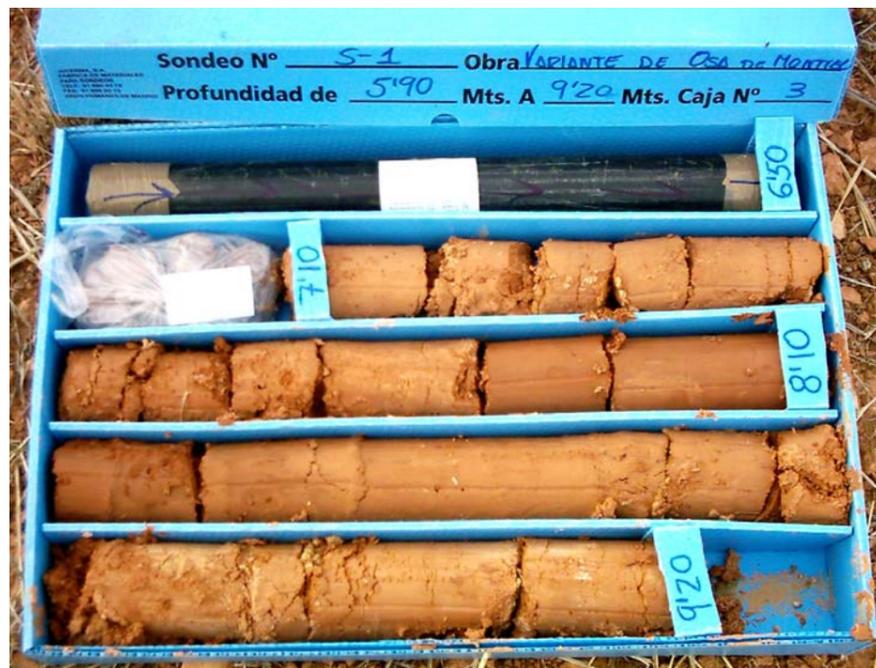
## SONDEO S-1



Sondeo S- 1. Caja n° 1, de 0.00 a 2.40 m



Sondeo S- 1. Caja n° 2, de 2.40 a 5.90 m



Sondeo S- 1. Caja n° 3, de 5.90 a 9.20 m



Sondeo S- 1. Caja n° 4, de 9.20 a 10.30 m

## SONDEO S-2



Sondeo S- 2. Caja n° 1, de 0.00 a 2.60 m



Sondeo S- 2. Caja n° 2, de 2.60 a 5.00 m



Sondeo S- 2. Caja n° 3, de 5.00 a 10.00 m



Sondeo S- 2. Caja n° 4, de 10.00 a 14.10 m

## SONDEO S-2



Sondeo S- 2. Caja nº 5, de 14.10 a 15.00 m







## **APÉNDICE N° 6. ESTADILLOS DE LABORATORIO**

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

**Peticionario:** BESLAND, S.A.  
**Dirección:** CP:  
**Obra:** VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL. (ALBACETE) Cata CR-5.

**Fecha de toma:** **Fecha Inicio:** **Fecha Fin:** **Fecha Entrega:**  
**Muestra:** Entregada por el Peticionario en el Laboratorio  
**Uso al que está o se pretende sea destinada:**

**Descripción del suelo:** Grava y arena con finos arcillo-limosos de baja plasticidad, color marrón.

ENSAYOS REALIZADOS	NORMA	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
<b>Límites de ATTERBERG</b>			
Límite Líquido	UNE-103103	26,7	
Límite plástico	UNE-103104	16,7	
Índice de plasticidad		10,0	
<b>Próctor Modificado</b>			
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	UNE-103501	2,12	
Humedad Óptima (%)		8,7	
<b>C.B.R. Modificado</b>			
Índice	UNE-103502	87,8	
Hinchamiento		0,31	
Absorción C.B.R. (%)	UNE-103502	1,05	
Materia orgánica (%)	UNE-103204	0,5	
Carbonatos (%)	UNE-103200	25,6	
Sulfatos SO <sub>4</sub> (%)	UNE-103201	0,01	
<b>Clasificación</b>			
Casagrande		GC	
H.R.B.		A-2-4 (0)	

**Observaciones:** 1ª El índice C.B.R. corresponde a la densidad máxima y humedad óptima del próctor modificado. 2ª Sobrecarga aplicada: 5,54 kg.

Madrid, a 16 de noviembre de 2006

V.B.: Oskar Rodríguez Rodríguez

Director de Laboratorio



Fdo.: Raúl Sanz Urbina

Jefe de Área

Los resultados contenidos en este informe sólo afectan a la(s) muestra(s) ensayada(s). Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización por escrito del Laboratorio EPTISA.

Director del Laboratorio: Oskar Rodríguez Rodríguez

Fecha: 16 de noviembre de 2006 Jefe de Área: Raúl Sanz Urbina

Peticionario: BESLAND, S.A.

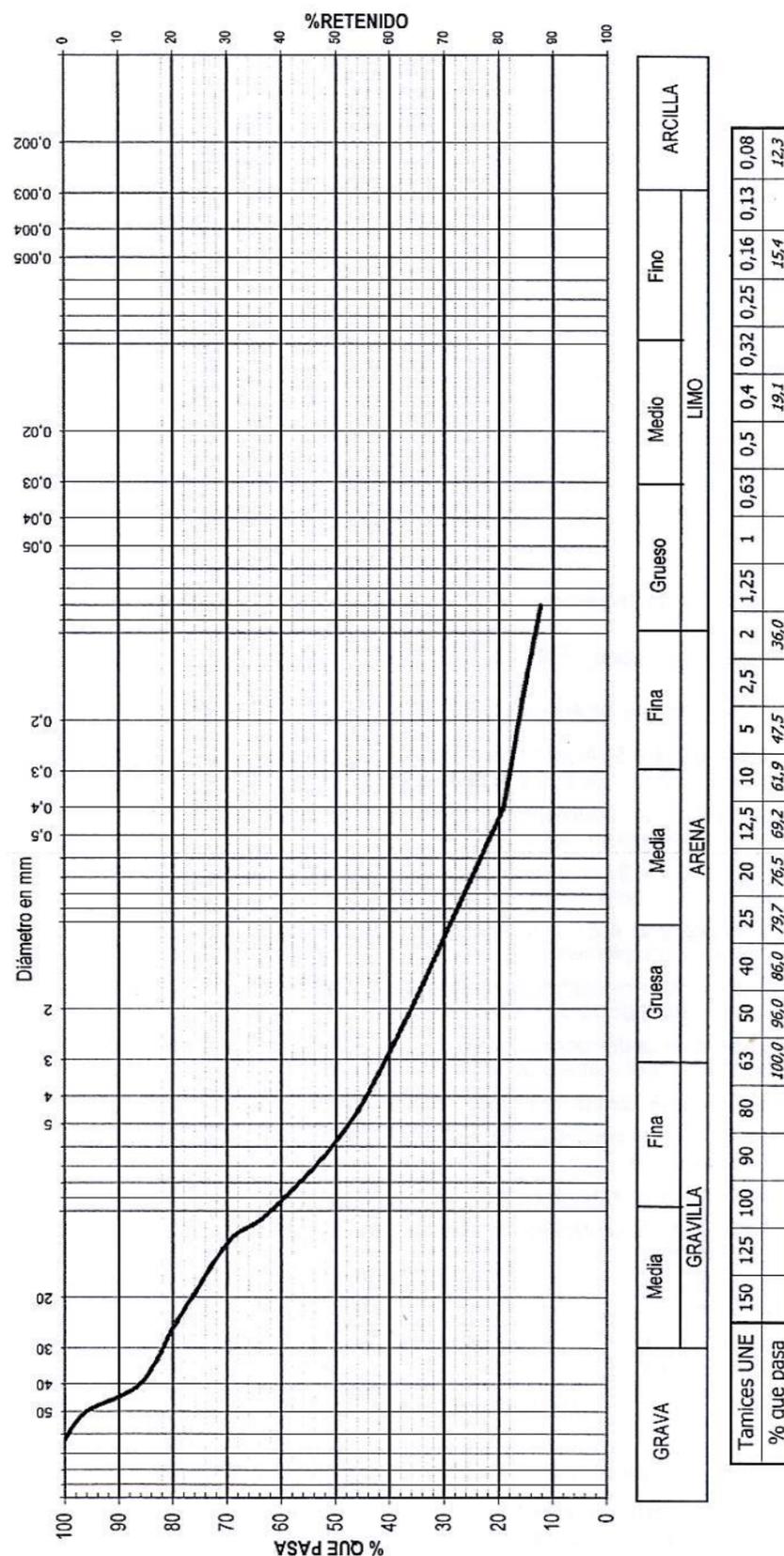
Dirección: CP:

Obra: VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL. (ALBACETE) Cata CR-5.

Uso al que está o se pretende sea destinada:

Descripción del suelo: Grava y arena con finos arcillo-limosos de baja plasticidad, color marrón.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. NORMA DE ENSAYO ( UNE 103 101:1995 )**



Observaciones:

Los resultados contenidos en este informe sólo afectan a la(s) muestra(s) ensayada(s). Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización por escrito del Laboratorio EPTISA.

TRABAJO: EP061010-40 MUESTRA: DS.17480 CLAVE: Pag. 3 de 5

**ENSAYO DE COMPACTACION.PROCTOR MODIFICADO (UNE-103501)**

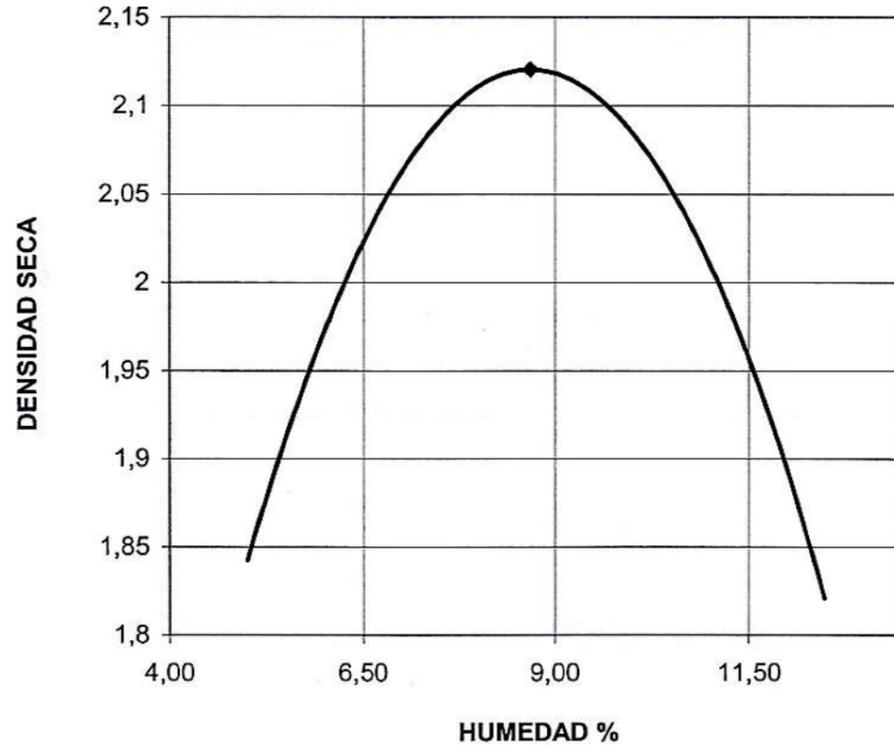
**Peticionario:** BESLAND, S.A.  
**Dirección:** CP:  
**Obra:** VARIANTE DE OSSA DE MONTIEL. (ALBACETE) Cata CR-5.

**Fecha de toma:**  
**Uso al que está o se pretende sea destinada:**

**Fecha Inicio ensayo:** 31/10/2006 **Fecha finalización ensayo:** 02/11/2006

**Descripción del suelo:** Grava y arena con finos arcillo-limosos de baja plasticidad, color marrón.

Densidad máxima: 2,12 g/cc Humedad óptima: 8,7 %



Observaciones:

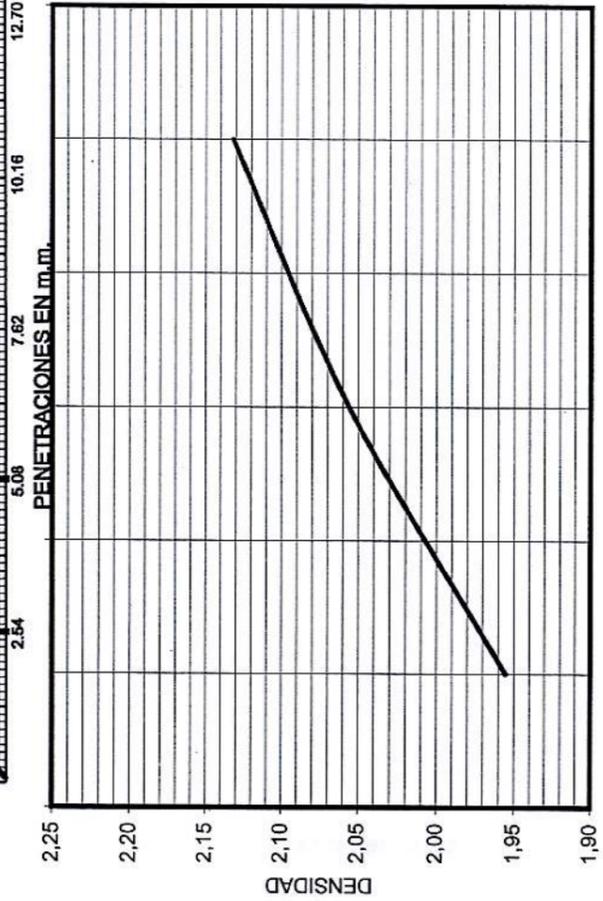
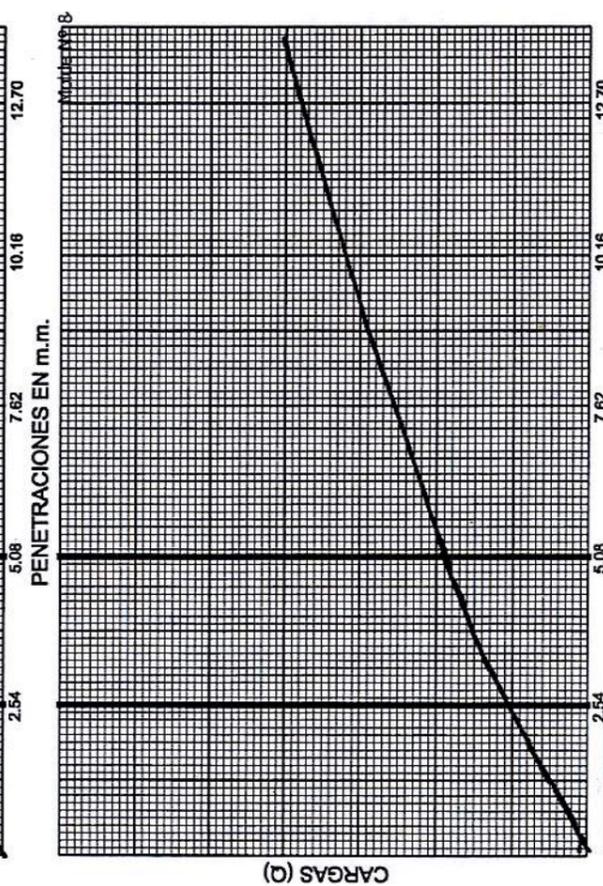
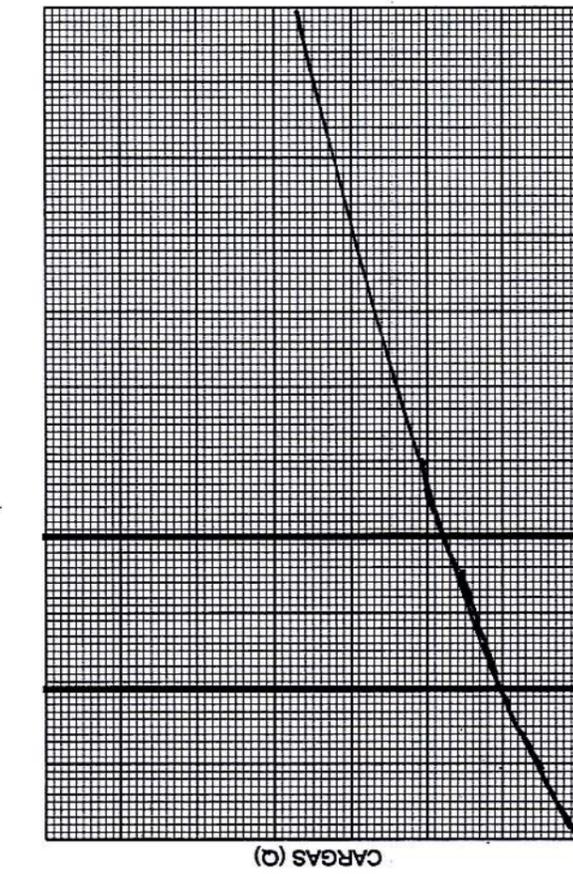
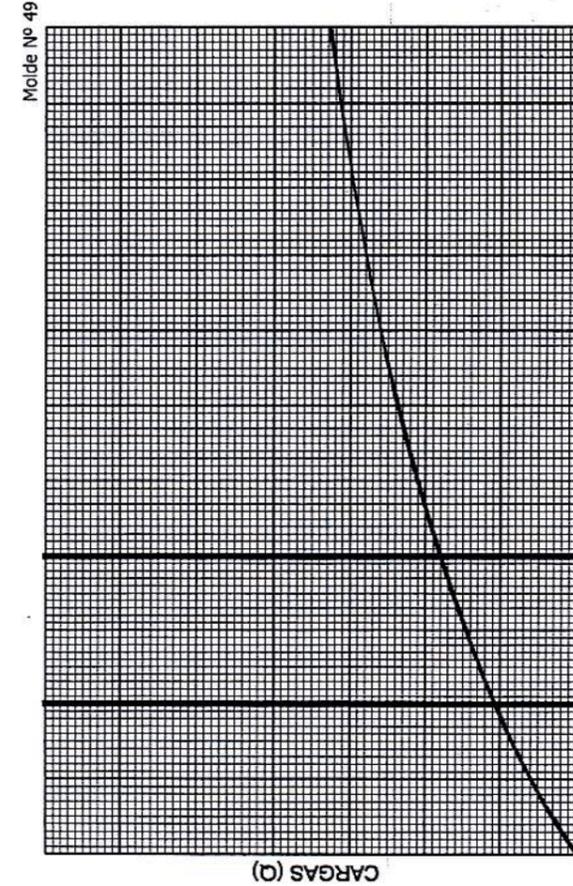
Madrid, a 16 de noviembre de 2006

V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez  
Director de Laboratorio.



Fdo.: Raúl Sanz Urbina  
Jefe de Área

Los resultados contenidos en este informe sólo afectan a la(s) muestra(s) ensayada(s). Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización por escrito del Laboratorio EPTISA.



MOLDE Nº	Nº DE GOLPES	INDICE C.B.R. PARA	DENSIDAD SECA
49	2	16.17	1.96
15	30	40.43	2.06
8	60	88.20	2.13

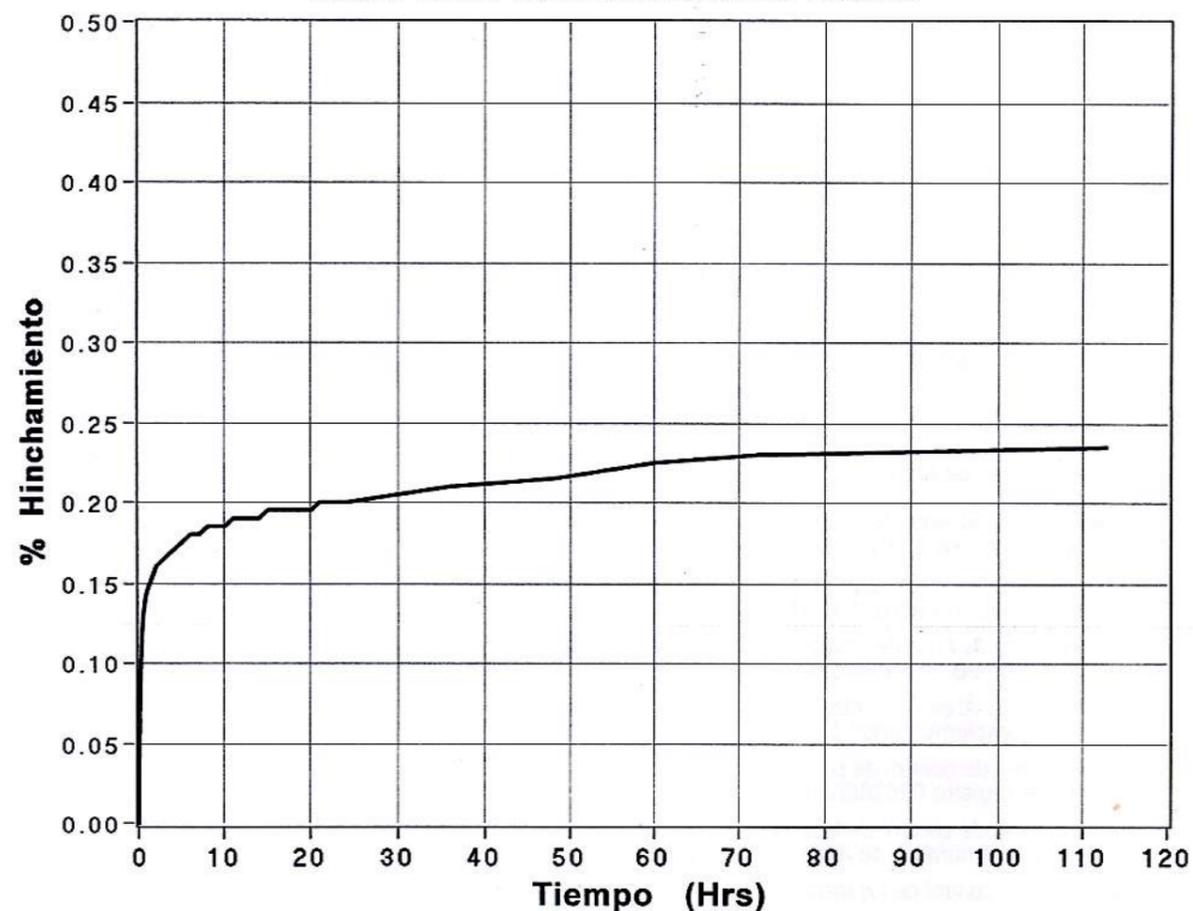
Molde No 49 17,64  
Molde No 2 200 Kg  
Molde No 8 98,00  
INDICE C.B.R.  
Densidad Máx 2,12

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE-103601/96**

**Trabajo:** EP-061010-40 **Denominación:**

**Muestra:** DS-17480

**CURVA DE HINCHAMIENTO LIBRE**



Hinchamiento Final (%) | **0.23**

Humedad Inicial (%) **8.7**

Densidad Seca (Mg / m<sup>3</sup>) **2.12**

Humedad Final (%) **10.9**

- Muestra remoldeada con la Humedad óptima y Densidad Máxima del Próctor Normal
- Muestra remoldeada con la Humedad óptima y Densidad Máxima del Próctor Modificado
- Muestra inalterada

V.B.: Oscar Rodríguez Rodríguez  
Director de Laboratorio



Fdo.: Raúl Sanz Urbina  
Jefe de Área