

## ANEJO Nº 9 – GEOTECNIA

## ÍNDICE

<p><b>1. INTRODUCCIÓN .....1</b></p> <p>1.1 OJETIVO.....1</p> <p>1.2 METODOLOGÍA .....1</p> <p><b>2. DESCRIPCION DE LA OBRA .....1</b></p> <p><b>3. RECONOCIMIENTO GEOTECNICO .....1</b></p> <p>3.1 GENERALIDADES .....1</p> <p>3.1.1 Datos externos.....2</p> <p>3.1.2 Datos internos.....2</p> <p>3.1.3 Trabajos realizados.....2</p> <p>3.2 CALICATAS MECÁNICAS DE RECONOCIMIENTO .....3</p> <p>3.3 SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN .....3</p> <p>3.4 ENSAYOS PENETROMÉTRICOS DPSH .....4</p> <p>3.4.1 Fundamento teórico .....4</p> <p>3.4.2 Interpretación geotécnica.....5</p> <p>3.5 SEGUIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.....6</p> <p>3.6 ENSAYOS DE LABORATORIO .....6</p> <p>3.7 OTROS RECONOCIMIENTOS.....6</p> <p><b>4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES .....7</b></p> <p>4.1 GENERALIDADES .....7</p> <p>4.2 DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....7</p> <p>4.2.1 Grupo de material de Edad Cuaternaria.....7</p> <p>4.2.2 Grupo de material de Edad Terciaria.....7</p> <p><b>5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS ESPECÍFICAS DE MATERIALES .....11</b></p> <p>5.1 AGRESIVIDAD DE LOS MATERIALES .....11</p> <p>5.2 CONDICIONES DE ELIMINACIÓN DE LOS MATERIALES .....12</p> <p>5.3 RIESGOS LIGADOS A FENÓMENOS DE EXPANSIVIDAD .....13</p> <p>5.4 RIESGOS ESPECIFICOS .....13</p> <p>5.5 TERRENO VEGETAL.....13</p> <p>5.6 RELLENOS ANTRÓPICOS .....13</p> <p>5.7 RELLENOS/TERRAPLENES .....14</p>	<p><b>6. CARACTERIZACION SÍSMICA DE LOS MATERIALES ..... 14</b></p> <p><b>7. CÁLCULO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS..... 15</b></p> <p>7.1 CRITERIOS DE CÁLCULO ..... 15</p> <p>7.1.1 Tipología estructural ..... 15</p> <p>7.1.2 Prospecciones realizadas ..... 15</p> <p>7.1.3 Perfil litogeotécnico estimado..... 16</p> <p>7.2 TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN Y ASIENTOS ..... 21</p> <p><b>8. ESTABILIDAD DE TALUDES..... 23</b></p> <p>8.1 GENERALIDADES..... 23</p> <p>8.2 ESTABILIDAD EN ZONA DE COLECTORES..... 23</p> <p>8.3 ESTABILIDAD EN ZONA DE EDAR ..... 23</p> <p><b>9. RIESGOS ESPECIFICOS ..... 24</b></p> <p>APÉNDICE 1. PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS DE CAMPO ..... 25</p> <p>APÉNDICE 2. MEDICIÓN TOPOGRÁFICA ..... 28</p> <p>APÉNDICE 3. ENSAYOS DE CAMPO..... 33</p> <p>APÉNDICE 3.A. SONDEOS MECÁNICOS DE ROTACIÓN ..... 34</p> <p>APÉNDICE 3.B. ENSAYOS PENETROMÉTRICOS DPSH ..... 39</p> <p>APÉNDICE 3.C. CALICATAS MECÁNICAS DE RECONOCIMIENTO ..... 43</p> <p>APÉNDICE 4. ENSAYOS DE LABORATORIO ..... 47</p> <p>APÉNDICE 4.A. ENSAYOS DE LABORATORIO EN SONDEOS..... 48</p> <p>APÉNDICE 4.B. ENSAYOS DE LABORATORIO EN CALICATAS ..... 62</p> <p>APÉNDICE 5. REPORTAJE FOTOGRÁFICO..... 73</p> <p>APÉNDICE 6. PERFILES GEOTÉCNICOS ..... 79</p>
--	---

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo lo realiza la empresa Tecnisondeos, S. Coop. And. (empresa especializada en la elaboración de estudios geotécnicos, estudios geológicos, geotecnia y control de calidad y acreditada por la Junta de Andalucía con N°: AND-L-138), por encargo de la empresa AIMA INGENIERIA, para el proyecto: "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE AGRUPACION DE VERTIDOS Y EDAR DE ESCAÑUELA (JAÉN)" con Expediente NET 071787/2.

### 1.1 OJETIVO

El objeto de este Informe Geotécnico es analizar y detallar las características geotécnicas de la zona de estudio.

### 1.2 METODOLOGÍA

Las actividades que se han realizado, según el orden de ejecución, han sido las siguientes:

#### 1º.- Recopilación y análisis de información

La información geotécnica consultada ha sido:

→ *Mapa Geológico de España* (Plan Magna, 2ª Serie, 1ª Edición), a escala 1/50.000, Hoja nº 925 de PORCUNA, publicado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (I. T. G. E.) en 1.990.

→ Mapa de Riesgo de Expansividad de Arcillas de España, a escala 1/1.000.000, publicado por el Instituto Tecnológico Geominero de España.

→ Mapa Geotécnico de la zona de Jaén, a escala 1/200.000, publicado por el Instituto Tecnológico Geominero de España.

Previamente a la realización de este estudio, se ha realizado una visita de reconocimiento *geotécnico de la zona, realizado* por parte de la empresa Tecnisondeos, SCA.

#### 2º.- Trabajo de campo

Además de la visita inicial efectuada en Julio de 2019, se completó el trabajo de campo en el periodo de Julio-Agosto del 2019, en el que además se realizó la campaña geotécnica.

#### 3º.- Elaboración de datos

Con los datos de campo obtenidos y con los resultados de los correspondientes ensayos de laboratorio que se adjunta en el apéndice correspondiente, se realiza el siguiente anejo de geotecnia.

## 2. DESCRIPCION DE LA OBRA

En la actualidad, Escañuela (Jaén) no cuenta con una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).

Es intención de la Junta de Andalucía a través de la Agencia de Medio Ambiente y Agua, dotar a la población de Escañuela de una EDAR y de recoger todos sus vertidos y conducirlos hasta la nueva EDAR para su tratamiento.

## 3. RECONOCIMIENTO GEOTECNICO

El presente informe pretende el estudio de las características geotécnicas que afectan al proyecto, "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR DE ESCAÑUELA (JAÉN)". con Expediente NET 071787/2.

Para la redacción de este Anejo ha colaborado la empresa TECNISONDEOS, S. Coop. And.. Colaboradora habitual de AIMA INGENIERIA y AMA en la realización de este tipo de trabajos y que está especializada en el campo que se aborda.

La zona correspondiente al proyecto en cuestión se encuentra completamente en la influencia del término municipal de Escañuela (Jaén).

En el proyecto se diferencian las siguientes zonas:

- Zona de ubicación del EDAR
- Zona de Agrupación de Vertidos (Zona de colectores)

### 3.1 GENERALIDADES

El objetivo del estudio ha sido definir, a partir de los datos geotécnicos y características del Proyecto, el comportamiento geotécnico esperado del terreno con un grado de concreción adecuado para evaluar los factores de mayor incidencia en la construcción de la obra proyectada.

De esta forma se han intentado definir los factores eminentemente geológicos: Lito-estratigrafía, espesor, génesis paleogeográfica, geomorfología, tectónica, hidrogeología, etc., además de los factores geotécnicos y constructivos: excavabilidad, estabilidad de taludes, agresividad del terreno, utilización del producto excavado, cimentación de estructuras y

problemas geotécnicos a tener en cuenta durante la construcción. Para definir estos puntos se analizarán los siguientes aspectos:

- Caracterización geotécnica de la zona, diferenciando áreas de comportamiento geomecánico homogéneo, así como las condiciones constructivas y de contorno que pueden afectar la obra: desprendimientos, deslizamientos, drenaje, riesgos, etc.
- Estudio de la ripabilidad del terreno, definiendo la tipología de su excavabilidad.
- Capacidad portante y tensión admisible del terreno.
- Estudio de agresividad del suelo.
- Caracterización geotécnica de los materiales resultantes de la excavación para definir su aptitud como material de relleno.
- Estudio de cimentación de las estructuras más relevantes a realizar definiendo tipología, carga admisible, asentos esperados, medidas constructivas, etc.

### 3.1.1 DATOS EXTERNOS

Fundamentalmente se obtuvieron de la documentación existente en el área que a continuación se relaciona:

- ➔ Mapa Geológico de España (Plan Magna, 2ª Serie, 1ª Edición), a escala 1/50.000, Hoja nº 925 de PORCUNA, publicado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (I. T. G. E.) en 1.990.
- ➔ Mapa Geotécnico General (E=1:200.000), hoja de Jaén. Ministerio de Industria. Dirección General de Minas. I.G.M.E.
- ➔ Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), del Ministerio de Fomento.
- ➔ Estudio Bibliográfico: Recopilación de la información existente sobre la zona, tanto propia como ajena, artículos, publicaciones sobre obras y sobre terrenos similares...

A partir de estos datos se han establecido las unidades geológicas principales y que han constituido el punto de partida para el estudio aquí realizado.

### 3.1.2 DATOS INTERNOS

Una vez consultados los antecedentes técnicos anteriormente citados se procedió a realizar un primer estudio de los datos anteriores mediante fotografía aérea del Instituto Cartográfico de Andalucía, para posteriormente, iniciar una geología concreta del área, determinando puntos singulares, puntos de medidas de discontinuidades, zonas de posibles inestabilidades de mayor magnitud.

Con ello se obtiene una subdivisión en grupos de materiales que nos permiten diferenciar zonas geológicas de comportamiento geotécnico homogéneo y puntos singulares de funcionamiento anómalo.

Posteriormente se ha efectuado un minucioso reconocimiento "de visu" de toda la zona, a fin de obtener una detallada descripción geológica del corredor y las formaciones geológicas a atravesar.

Por último, se ha realizado la campaña de prospecciones geotécnicas consistente en la realización de reconocimiento de Campo (calicatas, penetros y sondeos a rotación) y Ensayos de laboratorio, con el fin de identificar las distintas unidades diferenciadas analizando por un lado sus características físico-químicas y de soporte y por otro lado sus parámetros geomecánicos.

### 3.1.3 TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos realizados para cumplir los objetivos marcados, han comprendido básicamente:

#### 3.1.3.1 Reconocimiento geotécnico "in situ" del terreno

Permite la identificación de unidades geológicas y su relación con criterios geotécnicos.

#### 3.1.3.2 Campaña de calicatas mecánicas de reconocimiento

Que han arrojado datos de los materiales a las profundidades prospectadas y facilitado la recogida de muestras.

#### 3.1.3.3 Sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo

Caracterización geomecánica y columna lito – estratigráfica para aquellas zonas donde se tiene prevista la ejecución de algún tipo de estructura.

#### 3.1.3.4 Ensayos penetrométricos (DPSH)

Se realizan para la caracterización geotécnica del terreno a atravesar.

#### 3.1.3.5 Ensayos de laboratorio.

Sobre las muestras obtenidas en la campaña de calicatas y sondeos.

### 3.2 CALICATAS MECÁNICAS DE RECONOCIMIENTO

A lo largo de la zona de la traza y la EDAR se han realizado un total de **CINCO (5) calicatas** mecánicas, obteniéndose la cantidad de muestra de suelo suficiente para la realización de los ensayos de laboratorio en todas las calicatas, efectuándose la campaña geotécnica con fecha de Julio-Agosto de 2.019.

En la tabla siguiente (tabla nº 1) se muestra la situación de las calicatas, mientras que en la tabla nº 2 se muestra la profundidad alcanzada en cada una de ellas, las distintas capas litológicas diferenciadas y el espesor de las misma.

**\*En las catas realizadas, NO se detecta la presencia de nivel freático.**

Calicatas		
-Cata nº 1:	X: 409.670, Y: 4.192.666, Z: 299.	
-Cata nº 2:	X: 409.937, Y: 4.192.776, Z: 307.	
-Cata nº 3:	X: 410.268, Y: 4.192.777, Z: 305.	
-Cata nº 4:	X: 410.486, Y: 4.192.658, Z: 295.	
-Cata nº 5:	X: 410.695, Y: 4.192.622, Z: 294.	

Tabla 1. Coordenadas de las calicatas mecánicas de reconocimiento



Fotografía 1. Ejecución de calicatas

Ensayo Nº	Profundidad (m)	Litología	Potencia de las capas
C-1	3,50	Nivel de Terreno Vegetal	0,40 m
		Arcillas con vetas areno-limosas con gravas (N-1)	3,10 m
C-2	3,50	Nivel de Terreno Vegetal	0,70 m
		Arcillas con vetas areno-limosas con gravas (N-1)	2,80 m
C-3	3,50	Nivel de Terreno Vegetal	0,50 m
		Arcillas con vetas areno-limosas con gravas (N-1)	3,00 m
C-4	3,50	Nivel de Terreno Vegetal	0,60 m
		Arcillas con vetas areno-limosas con gravas (N-1)	2,90 m
C-5	3,50	Nivel de Terreno Vegetal	0,50 m
		Arcillas con vetas areno-limosas con gravas (N-1)	3,00 m

Tabla 2. Calicatas mecánicas de reconocimiento

La ubicación de estas calicatas se muestra en el Apéndice 1. La información referente a los registros sobre las calicatas realizadas se muestra en el Apéndice 3.C del presente Anejo.

### 3.3 SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN

Durante la campaña de campo se han ejecutado **DOS (2) sondeos mecánicos a rotación** con recuperación continua de testigo. En los sondeos nº 1-2 (zona de EDAR) se ha instalado tubería piezométrica hasta los 15 metros de profundidad. Dichos trabajos se realizan en Julio-Agosto de 2019.

Debido al carácter cohesivo de las muestras obtenidas en los primeros metros, si se realizaron ensayos de penetración estándar (SPT) y toma de muestras inalteradas (MI) en el interior de los sondeos.



Fotografía 2. Realización de sondeos

En la tabla siguiente (tabla nº 3) se muestra la situación de los sondeos, mientras que en la tabla nº 4 se muestra la profundidad alcanzada en cada uno de ellos, las distintas capas litológicas diferenciadas y el espesor de las mismas.

Sondeos	
-Sondeo nº 1:	X: 410.649, Y: 4.192.646, Z: 296.
-Sondeo nº 2:	X: 410.742, Y: 4.192.618, Z: 294.

Tabla 3. Coordenadas de los sondeos a rotación

Sondeo Nº	PROFUNDIDAD(m)	Geología	Espesor de las capas
SR-1	15,00	Nivel de terreno vegetal.	0,50 m
		Arcillas con vetas areno-limosas con gravas (N-1)	3,10 m
		Arcillas margosas marrones-grises (N-2)	6,40 m
		Margas grises sin gruesos (N-3)	5,00 m

Tabla 4. Sondeo mecánico a rotación 1

Sondeo Nº	PROFUNDIDAD(m)	Geología	Espesor de las capas
SR-2	15,00	Nivel de terreno vegetal.	0,50 m
		Arcillas con vetas areno-limosas con gravas (N-1)	2,50 m
		Arcillas margosas marrones-grises (N-2)	7,30 m
		Margas grises sin gruesos (N-3)	4,70 m

Tabla 4. Sondeo mecánico a rotación 2

En todos los sondeos se observa la existencia de una capa de terreno vegetal de unos 50 cm de potencia.

En el Apéndice 3.A de registro de sondeo mecánico a rotación se muestra la columna lito-geotécnica.

**\*En el sondeo nº 1-2, SI se detecta la presencia de nivel freático hasta la profundidad ensayada. Dicho nivel se establece a 3,30-4,00 metros de profundidad.**

### 3.4 ENSAYOS PENETROMÉTRICOS DPSH

Han sido realizados **SEIS (6) ensayos penetrométricos tipo DPSHs** sobre la implantación de la ampliación de la EDAR y en zona de colectores, cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano / croquis adjunto (ver Anejo 1). Donde todos los ensayos penetrométricos fueron llevado hasta "rechazo". Dichos trabajos se realizan en el mes de Julio-Agosto de 2019.

Las cotas de emplazamiento de los mismos se corresponderían con las de la superficie del terreno natural con anterioridad al movimiento de tierras proyectado para las obras del proyecto.

En el apartado de gráficos (ver Anejo nº 5b) se adjuntan los diagramas "profundidad/N<sub>20</sub>", obtenidos de los DPSH realizados. Estos diagramas reflejan una medida indirecta, y casi continua, de la resistencia y de la deformabilidad de los distintos estratos atravesados, por lo que puede considerarse como la radiografía resistente del subsuelo.

#### 3.4.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

Estos ensayos penetrométricos dinámicos y continuos fueron realizados con un penetrómetro automático marca ROLATEC ML-60 A, autoportable sobre orugas.

El ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (19,63 cm<sup>2</sup>) por la aplicación de una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 kg., que cae desde una altura de 76 cm. (aproximadamente 0,429 KJ).

Proporcionan una medida continua de la resistencia o deformabilidad del terreno por corte, determinándose estas propiedades a través de correlaciones empíricas. Las pruebas de penetración se utilizan para el seguimiento de capas conocidas por sondeos o catas a los que complementa, o se conozca muy bien la geología de la zona.

El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cm., recibe el nombre de “numero de penetración” (N<sub>20</sub>). Sus resultados se indican en impresos que contemplan la profundidad y el número de golpes para N<sub>20</sub>.

El ensayo se da por terminado cuando aparece el “rechazo”, esto es, cuando dos series de 100 golpes consecutivos dan menos de 5 cm. de penetración cada uno.

Esto no quiere decir que a cotas más profundas no puedan aparecer estratos de menor resistencia, ya que cuando el terreno contenga gravas, bolos o capas cementadas, éstos impedirán que la puntaza siga profundizando.

Por tanto, el dato de “rechazo” será definitivo en el caso de que se hayan realizado sondeos o catas, o cuando se conozca muy bien la geología local.

### 3.4.2 INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA

#### ENSAYO TIPO DPSH

A partir de los datos aportados por el diagrama de golpeo (N<sub>20</sub>/Profundidad), se pueden extraer las siguientes consideraciones.

En todos los casos la condición de “rechazo” se relaciona con un nivel denso de material, y la mencionada condición es de tipo “brusco”. Por tanto, todos los perfiles permiten cuantificar la potencia de suelo de recubrimiento que existe sobre las gravas.

Los resultados de la Resistencia Dinámica (Rd) en punta (Kg/cm<sup>2</sup>) se obtienen de la fórmula de Hinca Holandesa (con un coeficiente de seguridad igual a la unidad):

$$RD = M2 \times H / e(P + M) \ A$$

siendo:

- e = Penetración en cm. por golpe y por efecto de la caída de una maza desde una altura de H.
- Rd = Resistencia Dinámica en Kg/cm<sup>2</sup>.
- M = Peso de la maza (65,0 Kg/ml).
- P = Masa del varillaje (6,5 Kg/ml).
- H = Altura de caída de la maza (76 cms).
- A = Sección de la puntaza (19,63 cm<sup>2</sup>)

Basándose en múltiples experiencias, el suministrador del equipo DPSH facilita la siguiente correlación:

Según Sanglerat, la Tensión Máxima Admisible por razones de hundimiento será:

$$Qad = Rp/20$$

Pero una cimentación no solamente debe cumplir las Tensiones Admisibles por razones de hundimiento sino también queda limitada por los asientos, tanto absolutos como diferenciales (que son los realmente críticos).

Según Bolomey, será normalmente admisible:

$$Rp = 0,5 Rd$$

por tanto, podemos definir la Tensión Admisible de un terreno, en Kg/cm<sup>2</sup>:

$$Qad = 0,5 Rd/20$$

Los valores numéricos dados en el presente informe están referidos a esta expresión, siendo:

- N20 = número de golpes por cada 20 cm. de penetración.
- H = profundidad en metros
- Rd = Resistencia Dinámica en Kp/cm<sup>2</sup>

#### Ensayos de Penetración Dinámica

- Penetro nº 1: X: 409.806, Y: 4.192.691, Z: 300.
- Penetro nº 2: X: 410.197, Y: 4.192.769, Z: 300.
- Penetro nº 3: X: 410.737, Y: 4.192.615, Z: 294.
- Penetro nº 4: X: 410.713, Y:4.192.652, Z: 296.
- Penetro nº 5: X: 410.670, Y: 4.192.662, Z: 296.
- Penetro nº 6: X: 410.686, Y: 4.192.613, Z: 295.

Tabla 5. Coordenadas de los ensayos penetrométricos

Las profundidades de rechazo que se han detectado han sido:

ENSAYO PENETRO	RECHAZO (m)
1	9,20
2	9,60
3	9,80
4	10,0
5	9,80
6	10,0

En el Apéndice 3.B de registro de ensayos penetrométricos se muestra su perfil.



Fotografía 3. Realización de ensayos DPSH.

### 3.5 SEGUIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO

Durante la realización de todos los ensayos de campo se realiza un seguimiento del nivel freático. Dicho seguimiento se realiza en el momento de realización de los ensayos a posteriori para ver la evolución del agua freática en profundidad.

Ensayo	Lectura inicial	Seguimiento				Fecha
		22/07/2019	05/08/2019	12/08/2019	26/08/2019	
Sondeo nº 1	NO	----	-4,60	-4,30	-4,00	
Sondeo nº 2	NO	----	-4,20	-3,80	-3,30	
Cata nº 1	NO	NO	----	----	----	
Cata nº 2	NO	NO	----	----	----	
Cata nº 3	NO	NO	----	----	----	
Cata nº 4	NO	NO	----	----	----	
Cata nº 5	NO	NO	----	----	----	

### 3.6 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas en la campaña de campo, se han llevado a cabo una serie de ensayos en nuestro laboratorio de mecánica de suelos, acreditado oficialmente por la Junta de Andalucía con Nº: AND-L-138.

En el Apéndice 4 de ensayos de laboratorio (Apéndice 4.A. para ensayos de laboratorio en sondeos y 4.B. para ensayos de laboratorio en calicatas) se muestran los resultados obtenidos.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	Catas	Sondeos	Total
Análisis granulométrico por tamizado	UNE 103101:95	5	7	12
Límites de Atterberg	UNE 103103:94 y 103104:93	5	7	12
Sulfatos solubles	UNE 103201:96	0	4	4
Sales solubles	NLT 114/99	5	0	5
Materia orgánica	UNE 103204:93	5	0	5
Acidez de Baumann-Gully	UNE 103204:98	0	4	4
Compresión simple	NLT 250/91	0	4	4
Próctor Normal	UNE 103501:94	4	0	4
Índice C.B.R.	UNE 103502:95	4	0	4
Ensayo de Corte Directo	UNE 103401:98	0	2	2
Ensayo de Colapso	UNE 103401:58	2	0	2
Ensayo de Hinchamiento Libre Edómetro	UNE 103601:96	0	2	2
Ensayo de Permeabilidad (Lefranc)	UNE 103401:59	0	1	1
Ensayo de Aguas freáticas		0	1	1
Humedad Natural y Densidad Seca	UNE 103-300793	2	2	4
Presión de Hinchamiento	UNE 103602:96	0	2	2

Tabla 6. Ensayos de laboratorio

### 3.7 OTROS RECONOCIMIENTOS.

No se adjuntan más reconocimientos de índole geotécnica, ya que por la naturaleza de los terrenos y la geomorfología de la zona de actuación no se han realizado estaciones geomecánicas, ni inventario de taludes, etc.

## 4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

### 4.1 GENERALIDADES

Teniendo en cuenta todos los datos anteriormente descritos, a continuación, se realiza la caracterización desde el planteamiento geotécnico de cada uno de los materiales presentes en la zona de estudio.

Para ello, vamos a calificar las litologías diferenciadas, agrupándolas por tramos o zonas de comportamiento geomecánico y condiciones constructivas homogéneas, basándonos para ello en los siguientes parámetros:

- Identificación y estructura
- Características geomecánica
- Agresividad
- Drenaje
- Eliminación de materiales
- Excavabilidad – ripabilidad
- Aptitud para relleno en zanja.
- Tipología del relleno de zanja.

OBRA	TRAMOS	MATERIAL	ENSAYOS DE CAMPO
AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR EN ESCAÑUELA (JAEN)	ZONA COLECTORES	Arcillas marrones con vetas areno-limosas y gravas	CATAS 1-2-3 y 4. PENETROS 1-2.
	ZONA EDAR	Arcillas marrones con vetas areno-limosas y gravas / arcillas margosas / margas	SONDEO 1-2, CATA 5 Y PENETROS 3-4-5-6.

Tabla 7. Tramificación de obra

### 4.2 DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Desde el punto de vista geotécnico, los distintos materiales geológicos definidos en el Anejo nº 4 se pueden agrupar en los distintos grupos:

#### 4.2.1 GRUPO DE MATERIAL DE EDAD CUATERNARIA

El nivel cuaternario existente tiene poca relevancia, se restringe a la presencia de terreno vegetal. El espesor de este nivel oscila entre los 0,40 y 0,70 metros.

#### 4.2.2 GRUPO DE MATERIAL DE EDAD TERCIARIA

Este nivel geotécnico englobaría al nivel de arcillas, arenas, limos, gravas y mezcla de estos materiales, junto con la presencia de arcillas margosas y margas, de tal manera que estos materiales se encuentran distribuidos de forma generalizada a lo largo del trazado de estudio y en la zona de la EDAR. La descripción de esta unidad es la siguiente:

#### NIVEL DE ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS CON GRAVILLAS CALIZAS (N-1)

Es un nivel correspondiente al Terciario y se trata de materiales en afloramientos de amplia extensión en zonas de pendiente suave y en zonas alomadas. Son niveles cohesivos formados por arcillas con vetas de arenas-limos y gravas, de tamaño fino. Presentan paredes de estabilidad media-alta a la excavación. Presentan plasticidad media y expansividad media.

En definitiva, se trata de un terreno de edad correspondiente al Terciario, formado por arcillas con vetas de arenas y limos con gravillas de naturaleza caliza. Como puede observarse, van a tener una clasificación de arcillas marrones (tipo CL), indicativo ello de su carácter cohesivo.

Los resultados de laboratorio llevados a cabo en este grupo geotécnico, se presentan sintetizados en la siguiente tabla:

Descripción del material		Arcillas marrones con vetas de arenas-limos
Límites de Atterberg	Limite líquido	38,6-39,6
	Limite plástico	17,9-18,1
	Índice Plasticidad	20,7-21,5
Sulfatos, sales, Acidez y materia orgánica.	SO4 en suelo	301-339 mg/kg
	Sales Solubles	0,16-0,0,21gr
	Materia Orgánica (%)	0,38-0,52 mg/kg
	Ácidez de Baumann-Gully	53,11-55,8 mg/kg
Granulometría por tamizado	% pasa por Tamiz 5	97,5-98,2
	% pasa por Tamiz 0,08	88,6-89,2
Ensayo Proctor Normal	Densidad Máxima	1,84-1,87 gr/cm3
	Humedad Óptima	18,00 -19,90 %
Ensayo CBR	AI 100%	5,0-5,4
	AI 95%	3,2-3,7
Clasificación U.S.C.S./ Plasticidad		CL MEDIA

Descripción del material		Arcillas marrones con vetas de arenas-limos
Hinchamiento Libre (%)		2,02 %
Presión de Hinchamiento (kpa)		36,1 Kpa
Expansividad		MEDIA
Humedad Natural		18-19 %
Ensayo de compresión simple (kg/cm2)		0,802 kg/cm2
Cohesión (Kpa)	ENSAYO CD	15,1 Kpa
Angulo de Rozamiento	ENSAYO CD	23,2°

En lo que respecta a características de plasticidad en material fino, mencionar que la plasticidad y expansividad es media, lo cual nos indica que es un material que se clasifica como CRÍTICO, clasificándose como NIVEL EXPANSIVO.



Fotografía 4. Nivel correspondiente a arcillas con vetas de arenas-limos

**CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS:** Desde el punto de vista geomecánico podemos clasificar este nivel geotécnico como un único grupo, atendiendo fundamentalmente al comportamiento que presenten:

DENOMINACIÓN	COMPORTAMIENTO
ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS Y CON GRAVILLAS CALIZAS	Suelo cohesivo de consistencia MEDIA

Para el nivel de de arcillas con vetas de arenas-limos, tal y como hemos remarcado anteriormente adoptamos un comportamiento cohesivo. Con esto cabe asignar valores de CONSISTENCIA MEDIA. Adoptamos como criterio general de cálculo según los datos anteriormente expuestos y de las correlaciones admitidas anteriormente un ángulo de rozamiento de 23,2° (CD), cohesión de 1,51 Tn/m<sup>2</sup> (CD), una densidad seca de 1,56 gr/cm<sup>3</sup>, una densidad aparente de 1,85 gr/cm<sup>3</sup> y un valor de compresión simple de 0,802 kg/cm<sup>2</sup>.

**AGRESIVIDAD:** Aunque los parámetros aquí sintetizados se expondrán y justificarán posteriormente en el apartado 4.1. de “Agresividad de los materiales”, hay que hacer alusión al pequeño contenido en sales y sulfatos presentes en estos materiales. De esta forma, el contenido en sales solubles y de sulfatos hacen su presencia con contenidos bajos, por lo es NO es necesario adoptar medidas tales como la recomendación de utilizar cemento sulforresistente en la fabricación del hormigón que se encuentre en contacto con el terreno (según la EHE).

En lo que concierne al contenido en materia orgánica, se nos presenta con porcentajes bajos.

**DRENAJE:** El drenaje en este tipo de materiales será de DEFICIENTE (es un material prácticamente impermeable con valores de permeabilidad de 10<sup>-5</sup> cm/s (según ensayo Lefranc), produciéndose fenómenos de encharcamiento si la pendiente existente no favorece la escorrentía superficial. En cuanto al comportamiento hidrogeológico, mencionar que se comportarán básicamente como acuitardos.

**ELIMINACIÓN DE MATERIALES:** Aunque los parámetros aquí sintetizados se expondrán y justificarán posteriormente en el apartado 4.2. de “Condiciones de eliminación de materiales”, se estima oportuno exponer brevemente para este grupo geotécnico las características que se presentarán de cara a su eliminación. En este sentido cabe mencionar que los materiales pertenecientes este nivel N-1 serán 100 % Excavables o rozables, no presentando problemas de excavación mediante medios convencionales.

**APTITUD PARA RELLENO EN ZANJAS:** En una primera estimación, este nivel se clasifica como Tolerable (S0) según criterios de Icafir, siendo utilizable para relleno de zanja (quedando esta decisión bajo criterio de la dirección técnica), clasificándose dicho suelo como Tolerable (S0).

De esta forma resulta recomendable su empleo en núcleo de terraplén, mientras que no resulta recomendable su empleo en zona de coronación de terraplenes, salvo que dirección técnica o de obra así lo indiquen.

**TIPOLOGÍA DEL RELLENO EN ZANJA:** En caso de optarse por la utilización de este material correspondiente al Nivel Terciario como elemento de relleno, las características de compactación de este grupo geotécnico, según los ensayos de compactación Proctor Normal (en adelante, P.N.) efectuados arrojan valores de:

$$D_{max}: 1,84-1,87 \text{ gr/cm}^3$$

$$H_{opt}: 18,0-19,90 \%$$

En lo que respecta a la capacidad portante o índices CBR de este grupo geotécnico, se obtienen los siguientes intervalos de valores para los ensayos efectuados:

$$\text{CBR } 95\% \text{P.N.: } 3,2-3,7$$

$$\text{CBR } 100\% \text{P.N.: } 5,0-5,4$$

**NIVEL DE ARCILLAS MARGOSAS MARRONES-GRISES CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL (N-2)**

Es un nivel correspondiente al Terciario, son materiales en afloramientos de amplia extensión en zonas de pendiente suave y en zonas alomadas.

Son niveles muy cohesivos, materiales formados por arcillas margosas, de tamaño fino-muy fino. Presentan paredes de estabilidad media-alta a la excavación. Presentan plasticidad media-alta y expansividad media-alta.

En definitiva, se trata de un terreno de edad correspondiente al Terciario, formado por arcillas margosas con eventual presencia de gravillas calizas y cal.

Como puede observarse, vamos a tener una clasificación de arcillas margosas (tipo CH), indicativo ello de su carácter muy cohesivo.

Los resultados de laboratorio llevados a cabo en este grupo geotécnico, se presentan sintetizados en la siguiente tabla:

Descripción del material		Arcillas margosas
Límites de Atterberg	Limite líquido	56,3-57,9
	Limite plástico	24,6-24,8
	Índice Plasticidad	31,7-33,1
Sulfatos, sales, Acidez y materia orgánica.	SO4 en suelo	275,46 mg/kg
	Sales Solubles	----

	Materia Orgánica (%)	----
	Ácidez de Baumann-Gully	38,74 mg/kg
Granulometría por tamizado	% pasa por Tamiz 5	100
	% pasa por Tamiz 0,08	91,6-92,9
Clasificación U.S.C.S./ Plasticidad		CH MEDIA-ALTA
Hinchamiento Libre (%)		3,06 %
Presión de Hinchamiento (kpa)		46,2 Kpa
Expansividad		MEDIA-ALTA
Humedad Natural		19-20 %
Ensayo de compresión simple (kg/cm2)		1,66 kg/cm2
Cohesión (Kpa)	ENSAYO CD	20,1 Kpa
Angulo de Rozamiento	ENSAYO CD	24,76°

En lo que respecta a características de plasticidad, mencionar que la plasticidad y expansividad es media-alta, lo cual nos indica que es un material que se clasifica como CRITICO-MUY CRITICO, clasificándose como NIVEL EXPANSIVO.



Fotografía 5. Nivel correspondiente a arcillas margosas

**CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS:** Desde el punto de vista geomecánico podemos clasificar este nivel geotécnico como un único grupo, atendiendo fundamentalmente al comportamiento que presenten:

DENOMINACIÓN	COMPORTAMIENTO
ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISES CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL	Suelo de consistencia MEDIA FIRME

Para el nivel de arcillas margosas, tal y como hemos remarcado anteriormente, adoptamos un comportamiento muy cohesivo. Con esto cabe asignar valores de CONSISTENCIA MEDIA-FIRME. Adoptamos como criterio general de cálculo según los datos anteriormente expuestos y de las correlaciones admitidas anteriormente un ángulo de rozamiento de 24,76° (CD), cohesión de 2,01 Tn/m<sup>2</sup> (CD), una densidad seca de 1,59 gr/cm<sup>3</sup> y una densidad aparente de 1,89 gr/cm<sup>3</sup> y un valor de compresión simple de 1,66 kg/cm<sup>2</sup>.

**AGRESIVIDAD:** Aunque los parámetros aquí sintetizados se expondrán y justificarán posteriormente en el apartado 4.1. de “Agresividad de los materiales”, hay que hacer alusión al pequeño contenido en sales presentes en estos materiales. De esta forma, el contenido en sales solubles y de sulfatos hacen su presencia con contenidos bajos-muy bajos, por lo es NO es necesario adoptar medidas tales como la recomendación de utilizar cemento sulforresistente en la fabricación del hormigón que se encuentre en contacto con el terreno (según la EHE).

En lo que concierne al contenido en materia orgánica, se nos presenta con porcentajes muy bajos.

**DRENAJE:** El drenaje en este tipo de materiales será de EFICIENTE (es un material poco permeable con valores de permeabilidad de 10<sup>-9</sup> cm/seg, produciéndose fenómenos de encharcamiento si la pendiente existente no favorece la escorrentía superficial. En cuanto al comportamiento hidrogeológico, mencionar que se comportarán básicamente como acuitardos.

**ELIMINACIÓN DE MATERIALES:** Aunque los parámetros aquí sintetizados se expondrán y justificarán posteriormente en el apartado 4.2. de “Condiciones de eliminación de materiales”, se estima oportuno exponer brevemente para este grupo geotécnico las características que se presentarán de cara a su eliminación. En este sentido cabe mencionar que los materiales pertenecientes a este nivel N-2 serán 100 % Excavables o rozables, no presentando problemas de excavación mediante medios convencionales.

**APTITUD PARA RELLENO EN ZANJAS:** En una primera estimación, este nivel se clasifica como Tolerable (S0) según criterios de Icafir, siendo utilizable para relleno de zanja (quedando esta decisión bajo criterio de la dirección técnica). **En este caso, debido al alto potencial expansivo, se descarta la utilización de este material como relleno.**

### **NIVEL DE MARGAS GRISÁCEAS SIN GRUESOS (N-3)**

Es un nivel correspondiente al Terciario, son materiales en afloramientos de amplia extensión en zonas de pendiente suave y en zonas alomadas. Son niveles muy cohesivos formados por margas, de tamaño muy fino. Presentan paredes de estabilidad muy alta a la excavación. Presentan plasticidad alta y expansividad alta.

En definitiva, se trata de un terreno de edad correspondiente al Terciario, formado por margas sin gruesos.

Como puede observarse, vamos a tener una clasificación de margas (tipo CH), indicativo ello de su carácter muy cohesivo. Los resultados de laboratorio llevados a cabo en este grupo geotécnico, se presentan sintetizados en la siguiente tabla:

Descripción del material		Margas grises
Límites de Atterberg	Limite líquido	66,1-66,5
	Limite plástico	29,2-29,4
	Índice Plasticidad	36,9-37,1
Sulfatos, sales, Acidez y materia orgánica.	SO4 en suelo	239 mg/kg
	Sales Solubles	----
	Materia Orgánica (%)	----
	Ácidez de Baumann-Gully	21,9 mg/kg
Granulometría por tamizado	% pasa por Tamiz 5	100
	% pasa por Tamiz 0,08	98,5-98,9
Clasificación U.S.C.S./ Plasticidad		CH ALTA
Expansividad		MUY ALTA

En lo que respecta a características de plasticidad en material fino, mencionar que la plasticidad y expansividad es muy alta, lo cual nos indica que es un material que se clasifica como MUY CRÍTICO, clasificándose como NIVEL MUY EXPANSIVO.



Fotografía 6. Nivel correspondiente a margas

**CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS:** Desde el punto de vista geomecánico podemos clasificar este nivel geotécnico como un único grupo, atendiendo fundamentalmente al comportamiento que presenten:

DENOMINACIÓN	COMPORTAMIENTO
MARGAS GRISÁCEAS	Suelo muy cohesivo de consistencia MUY FIRME

Para el nivel de margas, tal y como hemos remarcado anteriormente adoptamos un comportamiento muy cohesivo. Con esto cabe asignar valores de CONSISTENCIA MUY FIRME. Adoptamos como criterio general de cálculo según los datos anteriormente expuestos y de las correlaciones admitidas anteriormente un ángulo de rozamiento de 26-270° (CD), cohesión de 2,50-3,0 Tn/m<sup>2</sup> (CD), una densidad seca de 1,55 gr/cm<sup>3</sup> y una densidad aparente de 1,70 gr/cm<sup>3</sup> y un valor de compresión simple de 2,74 kg/cm<sup>2</sup>.

**AGRESIVIDAD:** Aunque los parámetros aquí sintetizados se expondrán y justificarán posteriormente en el apartado 4.1. de "Agresividad de los materiales", hay que hacer alusión al pequeño contenido en sales y sulfatos presentes en estos materiales. De esta forma, el contenido en sales solubles y de sulfatos hacen su presencia con contenidos bajos, por lo es NO es necesario adoptar medidas tales como la recomendación de utilizar cemento sulfurresistente en la fabricación del hormigón que se encuentre en contacto con el terreno (según la EHE).

En lo que concierne al contenido en materia orgánica, se nos presenta con porcentajes muy bajos.

**DRENAJE:** El drenaje en este tipo de materiales será de DEFICIENTE (es un material prácticamente impermeable con valores de permeabilidad de 10<sup>-10</sup> cm/seg, produciéndose fenómenos de encharcamiento si la pendiente existente no favorece la escorrentía superficial. En cuanto al comportamiento hidrogeológico, mencionar que se comportarán básicamente como acuitardos.

**ELIMINACIÓN DE MATERIALES:** Aunque los parámetros aquí sintetizados se expondrán y justificarán posteriormente en el apartado 4.2. de "Condiciones de eliminación de materiales", se estima oportuno exponer brevemente para este grupo geotécnico las características que se presentarán de cara a su eliminación. En este sentido cabe mencionar que los materiales pertenecientes este nivel de margas serán 100 % Excavables o rozables, no presentando problemas de excavación mediante medios convencionales.

**APTITUD PARA RELLENO EN ZANJAS:** En una primera estimación, este nivel se clasifica como Tolerable (S0) según criterios de Icafir, siendo utilizable para relleno de zanja (quedando esta decisión bajo criterio de la dirección técnica). **En este caso, debido al alto potencial expansivo, se descarta la utilización de este material como relleno.**

## 5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS ESPECÍFICAS DE MATERIALES

### 5.1 AGRESIVIDAD DE LOS MATERIALES

Los terrenos y las aguas pueden presentar, según su contenido de ciertas sustancias, un cierto grado de agresividad.

En una primera aproximación, los factores que se toman para definir la agresividad de las aguas son el Ph, contenidos de dióxido de carbono libre o agresivo (CO<sub>2</sub> libre), magnesio (Mg<sup>2+</sup>) y sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>); mientras que en los terrenos se define mediante el contenido en sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) y en sales en general.

Se establecen tres niveles de agresividad potencial de las aguas y terrenos, según sea el valor del Ph y de la concentración de sustancias. La clasificación del agua dentro de uno de estos tres niveles, se hace en función de la característica más desfavorable, y la del terreno sólo en función del contenido en sulfatos (sales más perjudiciales de cara a la implantación de la tubería):

		TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
FACTORES		AGRESIVIDAD DÉBIL	AGRESIVIDAD MEDIA	AGRESIVIDAD FUERTE
Aguas	PH	5.5-6.5	4.5-5.5	<4.5
	CO2 (mg/l)	15-40	40-100	>100
	NH4 (mg/l)	15-30	30-60	>60
	Mg2+(mg/l)	300-1000	1000-3000	>3000
	SO42-(mg/l)	200-600	600-3000	>3000
	Residuo seco(mg/l)	75-150	50-75	<50
Terreno	SO42-(mg/l)	2000-3000	3000-12000	>12000

Tabla 10. Agresividad de suelo y agua

En los casos en que el contenido de sulfatos expresados en (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), exceda de 600 mg/l en agua o de 3000 mg/Kg (p.p.m.) en el terreno habrá que recurrir a los cementos resistentes a los sulfatos.

**Nivel N1:** Los ensayos químicos no muestran agresividad alguna.

En cuanto a las aguas, indicar que SI hay presencia de nivel freático, aunque en los ensayos de contenido en sulfatos se obtienen valores bajos, **lo cual corresponde indica que se necesita un hormigón ordinario, NO siendo necesario un hormigón sulfurresistente.**

**Nivel N2-N3:** Los ensayos químicos no muestran agresividad alguna.

## 5.2 CONDICIONES DE ELIMINACIÓN DE LOS MATERIALES

Para conocer en qué condiciones unos determinados tipos de materiales deben de ser eliminados hay que tener en cuenta las distintas características que van a influir directamente en el diseño de su eliminación, como son:

- Tipo de litologías que aparecen.
- Naturaleza y espesor de los distintos niveles estratigráficos.
- Las resistencias mecánicas de los materiales.
- Propiedades físicas de los materiales (elásticas, ...)

- En caso de macizos rocosos, orientación y espaciado de las discontinuidades. Apertura y naturaleza del relleno de las discontinuidades.
- Existencia de agua y su circulación.

Atendiendo a lo anterior se definen tres (3) términos esenciales, ya empleados en capítulos anteriores pero expuestos y definidos aquí de forma particular para dejar un significado conciso al respecto. Estos tres términos son los siguientes:

- **Rozabilidad:** Entendemos por este término aquellas características de los materiales por los que aplicando mecanismos convencionales de eliminación de materiales (tales como pueden ser excavadoras, retroexcavadoras, zanjadoras,...) los materiales pueden ser eliminados. A los materiales que presentan estas características se les denomina "excavables o rozables". De esta forma se obtiene un arranque directo, sobre todo de aquellos materiales poco consolidados o granulares. La excavabilidad presenta una escala de "Óptima - Buena" (100 % Excavable) a "No Excavable o Marginal", en cuyo último caso habría que comenzar a emplear el término siguiente.
- **Ripabilidad:** Característica por la cual, un material sólo puede ser eliminado mediante un dispositivo escarificador, ríper o una hoja, acoplada a un tractor o bulldozer de orugas. Las acciones fundamentales que sobre el ríper se ejercen son el empuje hacia el terreno para penetrar en la roca o materiales altamente consolidados y otra la traslación para desagarrar. En este caso se definen los materiales como "ripables". Aquí se tendría la misma escala que para la rozabilidad o excavabilidad, en donde cuando un material no es ripable, se comienza a emplear el siguiente término.
- **Voladura o Picado selectivo:** Cuando un material no puede ser eliminado por las acciones mecánicas anteriores, se suelen emplear explosivos mediante voladuras controladas de mayor o menor envergadura. Cuando el material a eliminar no presenta un volumen suficiente como para emplear voladura, se suele optar por el empleo de martillos neumáticos o hidráulicos percutores adaptados a las excavadoras, las cuales rompen el material con rendimientos variables en función del estado y tipología de la roca a eliminar, así como del equipo empleado.

Para definir estos tres términos, nos hemos basado fundamentalmente en dos ensayos básicos:

- Técnicas mecánicas basadas en calicatas mecánicas de reconocimiento mediante el empleo de retroexcavadora mixta: Consisten en testear estadísticamente el terreno mediante el empleo de una retroexcavadora mixta y observar en distintos puntos de la traza la respuesta de los materiales a ser excavados.

- Análisis de los testigos recuperados en sondeos, con criterios establecidos en base a los índices de calidad de la roca (RQD), grado de alteración, fracturación y espaciado de la misma, así como el porcentaje de recuperación en sondeo.
- Ensayos de laboratorio de distintos materiales (ensayos de compresión simple, ensayos de carga puntual, ...).
- La observación de los desmontes existentes en el entorno de la traza.

De los anteriores valores y datos sobre la eliminación de materiales según ensayos podemos estimar que:

**- Material Cuaternario:**

Terreno vegetal: el 100% de este material será Excavables o rozables.

**- Material Terciario:**

N1: el 100% de este material será Excavables o rozables.

N2: el 100% de este material será Excavables o rozables.

N3: el 100% de este material será Excavables o rozables

### 5.3 RIESGOS LIGADOS A FENÓMENOS DE EXPANSIVIDAD

En el nivel N-1, se han realizado varios ensayos de expansividad de tipo Hinchamiento Libre en Edómetro y Presión de Hinchamiento, sobre muestras en los sondeos y catas, obteniéndose resultados correspondientes a una clasificación de material Crítico, por tanto, la peligrosidad potencial por expansividad se sitúa en el rango correspondiente a MEDIA.

Nivel N-2, se han realizado ensayos en los sondeos, obteniéndose resultados correspondientes a una clasificación de material Crítico-Muy Crítico, por tanto, la peligrosidad potencial por expansividad se sitúa en el rango correspondiente a MEDIA-ALTA.

En el nivel N-3, se han realizado ensayos en los sondeos, obteniéndose resultados correspondientes a una clasificación de material Muy Crítico, por tanto, la peligrosidad potencial por expansividad se sitúa en el rango correspondiente a ALTA.

### 5.4 RIESGOS ESPECIFICOS

En este apartado se contempla la existencia o no de riesgos geológicos ligados al proyecto en cuestión.

- Expansividad y/o colapso: Si existen problemas asociados a la expansividad, mientras que los riesgos por colapso son mínimos y despreciables, ya que se trata de terrenos con formaciones arcillosas y margosas. Por lo que se

deben adoptar medidas preventivas a tal efecto, como son la realización de mejoras de terreno, saneo de zonas superficiales de actividad expansiva, etc,

- Rellenos: NO se aprecia la existencia de zonas con rellenos antrópicos.
- Deslizamientos: en nuestra zona de estudio no se detectan zonas de deslizamientos, ni zonas propensas a que se produzcan estos fenómenos, debido a que los taludes existentes tienen pendientes suaves y escalonadas.
- Zonas de erosión: no se detectan zonas donde se puedan producir efectos significativos por erosión del terreno debido a la circulación de cauces fluviales.
- Zonas inundables: en la zona de estudio No se detecta la existencia de zonas inundables.
- Sifonamiento: no se produce ya que todas cimentaciones están por encima del nivel freático.
- Vuelco: debido a la alta estabilidad de la zona de estudio no se contemplan efectos de vuelco de las estructuras.
- Descalce por Erosión: no se produce debido a la alta consistencia que presenta el terreno base de cimentación.

### 5.5 TERRENO VEGETAL

En este apartado se va a indicar la existencia y espesor de la capa de terreno vegetal existente en las distintas zonas de estudio.

OBRA	TRAMOS	TERRENO VEGETAL	ESPESOR (M)
AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR EN ESCAÑUELA (JAEN)	ZONA COLECTORES	SI	0,40 – 0,70
	ZONA EDAR	SI	0,50

### 5.6 RELLENOS ANTRÓPICOS

En este apartado se va a indicar la existencia y espesor de capas de rellenos entrópicos existente en las distintas zonas de estudio.

OBRA	TRAMOS	RELLENOS	ESPESOR (M)
AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR EN ESCAÑUELA (JAEN)	ZONA COLECTORES	NO	-
	ZONA EDAR	NO	-

## 5.7 RELLENOS/TERRAPLENES

En este proyecto en cuestión no se aprecian, ni se estima la existencia de zonas donde sea necesaria la proyección de rellenos y/o terraplenes significativos tanto por su dimensión como por su complejidad, por lo que en este caso dicho punto no es destacable. Sin embargo, se establece que para el relleno en zanja se deberá utilizar exclusivamente material del nivel I, reponiendo los últimos centímetros con material vegetal con espesor similar al existente.

## 6. CARACTERIZACION SÍSMICA DE LOS MATERIALES

La Norma NCSE-02 de 11 de octubre de 2.002 (B.O.E. num 244) proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable la citada Norma. Esta norma divide el suelo en 4 tipos de suelo:

- **Tipo I:** Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $V_s > 750$  m/s.
- **Tipo II:** Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla  $750 \text{ m/s} > V_s > 400$  m/s.
- **Tipo III:** Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas de  $400 \text{ m/s} > V_s > 200$  m/s.
- **Tipo IV:** Suelo granular suelto o cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas de  $V_s > 200$  m/s.

Tipo de terreno	Coefficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Características sísmicas de la zona (NCSE-02).

Tipo Construcción	Normal importancia
Aceleración Básica $A_b/g$	0,06
Coefficiente Contribución (K)	1,00
Aceleración de Cálculo ( $A_c$ )	0,068
Clasificación Terreno	Tipos II-III
Coefficiente de Suelo	1,3-1,6

A efectos de esta Norma, las construcciones proyectadas se clasificarían como obras de “normal importancia”, o cuya destrucción por terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

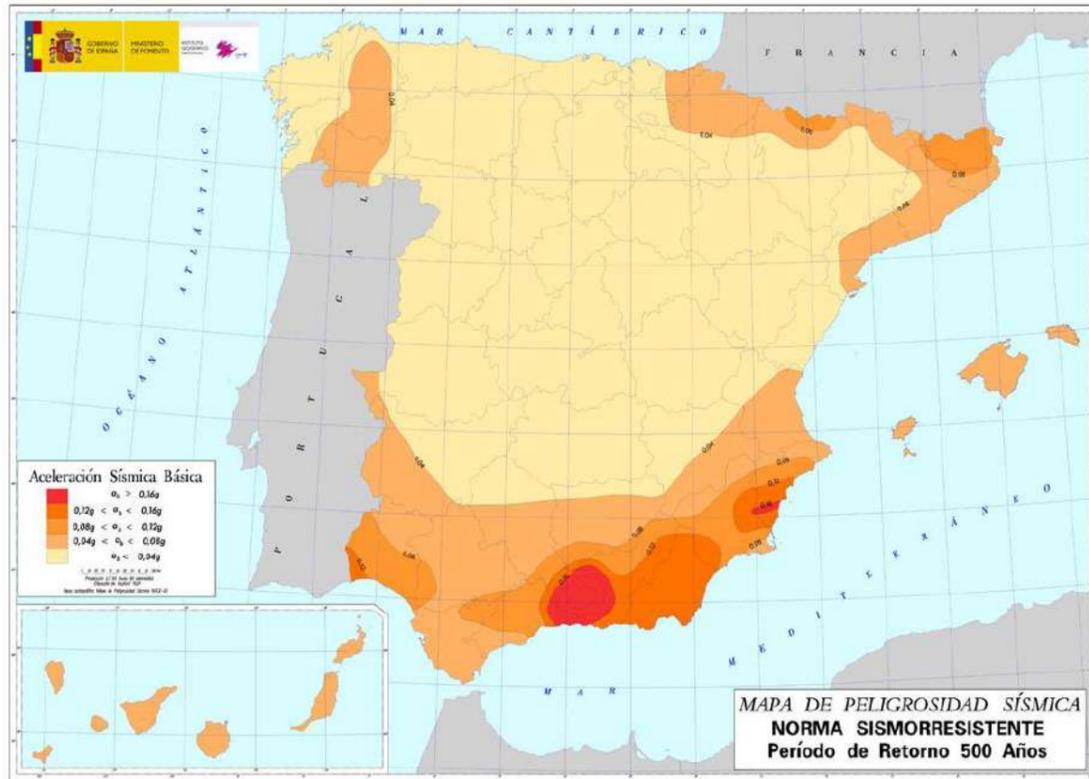
Se otorga a la zona de ESCAÑUELA (JAEN) los siguientes parámetros de peligrosidad sísmica:

- Aceleración sísmica básica  $a_b = 0,06$  g (valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años). Siendo  $g =$  aceleración de la gravedad.
- Coefficiente de contribución  $k = 1,00$  (que tiene en cuenta la influencia de la peligrosidad sísmica de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma).

Por tanto, desde el punto de vista sísmico toda el área local se incluye dentro de las zonas de media sismicidad. La citada Norma recomienda, en lo referente a la cimentación, entre otras reglas de buena práctica constructiva, las siguientes:

Debe evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural, de sistemas de cimentación superficiales y profundos.

- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.
- Cuando el terreno de cimentación contenga en los primeros 20 m bajo la superficie del terreno, capas o lentejones de arenas sueltas situadas, total o parcialmente, bajo el nivel freático, deberá analizarse la posibilidad de licuación.
- Si se concluye que es probable que el terreno licue en el terremoto de cálculo, deberán evitarse las cimentaciones superficiales, a menos que se adopten medidas de mejora del terreno para prevenir la licuación de terrenos. Análogamente, en las cimentaciones profundas, las puntas de los pilotes deberán elevarse hasta suficiente profundidad bajo las capas licuables para pueda desarrollarse en esa parte la necesaria resistencia al hundimiento.



Fotografía 7. Mapa de peligrosidad sísmica en el territorio español

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , se define como el siguiente producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde,

$a_b$  = aceleración sísmica básica.

$\rho$  = coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_c$  en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores.

- Construcciones de importancia normal  $\rho = 1,0$
- Construcciones de importancia especial  $\rho = 1,3$

$S$  = coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor.

- Para  $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$   $S = \frac{C}{1,25}$
- Para  $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$   $S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left( \rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \cdot \left( 1 - \frac{C}{1,25} \right)$
- Para  $0,4g \leq \rho \cdot a_b$   $S = 1,0$

$C$  = coeficiente del terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación. En caso de que el terreno sea de un solo tipo en los 30 primeros metros bajo la superficie, su valor viene tabulado, mientras que si aparecen distintos tipos se adoptará como valor de  $C$  el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes  $C_i$  de cada estrato con su espesor  $e_i$ , en metros, mediante la expresión.

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

## 7. CÁLCULO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

### 7.1 CRITERIOS DE CÁLCULO

El objetivo de este capítulo es definir la estructura:

- Carga admisible del terreno y capacidad portante del mismo
- Tipo de cimentación
- Asientos esperados

#### 7.1.1 TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

En el proyecto se diferencian las siguientes zonas:

- 1) Zona de ubicación de Colectores.
- 2) Zona de EDAR.

#### 7.1.2 PROSPRECCIONES REALIZADAS

Se han efectuado los siguientes trabajos mecánicos de campo:

- Sondeos mecánicos a rotación de 15,00 m de profundidad (SR-1 y SR-2).
- Ensayos de Penetración dinámica DPSH (P1, P2, P3, P4, P5 y P6).
- Calicatas mecánicas con toma de muestras (C1, C2, C3, C4 y C5).

### 7.1.3 PERFIL LITOGEO TÉCNICO ESTIMADO

En este apartado vamos a enunciar el perfil lito-geotécnico existente.

TRABAJO : PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. DE ESCAÑUELA  
 LOCALIDAD : ESCAÑUELA (JAÉN)

SONDEO 1

NIVEL FREÁTICO	PROFUN. (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRAS				CONSISTENCIA/COMPACIDAD
				INALT.	S.P.T.	GOLPEO	N	
0	0,50		NIVEL DE TERRENO VEGETAL					
1			ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS	2,40				Consistencia MEDIA
2		3,00			5-6-7-9	13		
3		3,00			4-6-6-6	12		
4	4,00		ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISES CON GRAVILLAS CALIZAS Y VETAS DE CAL	6,00				Consistencia MEDIA - FIRME
5		6,60			5-5-5-6	10		
6		6,60			5-5-6-7	11		
7		7,20						
8		8,70						
9		9,30		12-15-16-20	33			
10	10,00		MARGAS GRISES SIN GRUESOS					Consistencia MUY FIRME
11								
12								
13								
14								
15								
16	15,0		15,0 - FINAL DEL SONDEO					

Se establece un perfil geotécnico teniendo en cuenta los datos obtenidos durante la realización de los diversos estudios geotécnicos del terreno. Este perfil a considerar es el siguiente:

#### NIVEL N-1: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON GRAVILLAS CALIZAS

- Densidad aparente: 1,85 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad seca: 1,56 gr/cm<sup>3</sup>

- Densidad saturada: 1,94 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad sumergida: 0,94 gr/cm<sup>3</sup>
- E: 1.200 Tn/m<sup>2</sup>
- Humedad Inicial: 18-19%
- Angulo de rozamiento interno (CD): 23,20°
- Cohesión (CD): 1,51 Tn/m<sup>2</sup>
- N20: 7-9
- N30: 4-6
- Compresión Simple: 0,802 kg/cm<sup>2</sup>
- Expansividad: Media.
- Nivel Freático: -3,30-4,00 metros.
- Permeabilidad: 10<sup>-5</sup> cm/s (obtenido a través del ensayo Lefranc)
- Agresividad de suelos/aguas: No agresivo

#### NIVEL N-2: ARCILLAS MARGOSAS MARRONES-GRISES CON GRAVILLAS CALIZAS Y VETAS DE CAL

- Densidad aparente: 1,89 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad seca: 1,59 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad saturada: 1,97 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad sumergida: 0,97 gr/cm<sup>3</sup>
- E : 2.000 Tn/m<sup>2</sup>
- Humedad Inicial: 19-20%
- Angulo de rozamiento interno (CD): 24,76°
- Cohesión (CD): 2,01 Tn/m<sup>2</sup>
- N20: 7-10
- N30: 6-8
- Expansividad: Media-Alta.
- Nivel Freático: -3,30-4,00 metros.
- Compresión Simple: 1,66 kg/cm<sup>2</sup>
- Permeabilidad: 10<sup>-9</sup> cm/s (obtenido por correlaciones bibliográficas)
- Agresividad de suelos: No agresivo.
- Agresividad de suelos: No agresivo.

### NIVEL N-3: MARGAS GRISES SIN GRUESOS

- Densidad aparente: 1,70 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad seca: 1,55 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad saturada: 1,92 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad sumergida: 0,92 gr/cm<sup>3</sup>
- E : 3.000 Tn/m<sup>2</sup>
- Humedad Inicial: 24-25%
- Angulo de rozamiento interno (CD): 26-27°
- Cohesión (CD): 2,50-3,0 Tn/m<sup>2</sup>
- N<sub>20</sub>: 25-100
- Compresión Simple: 2,74 kg/cm<sup>2</sup>
- Expansividad: Alta.
- Nivel Freático: NO.
- Permeabilidad: 10<sup>-10</sup> cm/s (obtenido por correlaciones bibliográficas)
- Agresividad de suelos/aguas: No agresivo

Se realizará el cálculo de la presión admisible del terreno a efectos de hundimiento utilizando la formulación general de Brinch Hansen. Se calculará la tensión de rotura del terreno según varias teorías que posteriormente se detallarán además de la anteriormente citada.

$$Q_h = c \cdot N_c \cdot S_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot S_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma$$

Donde:

- Q<sub>h</sub> = Carga de hundimiento.
- C = Cohesión
- B = Ancho de la cimentación efectiva
- L = Largo de la cimentación
- γ = Densidad aparente del terreno

$$N_\gamma = 1,8 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{Tg} \phi$$

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e(\pi \cdot \text{tg} \phi) \cdot \text{tg}^2(\pi/4 + \phi/2)$$

$$S_q = 1 + B/L \cdot \text{Tg} \phi$$

$$i_q = i_c = (1 - \alpha/90)$$

$$S_\gamma = (1 + 0,2 \cdot B/L) / (1 + B/L) \quad i_\gamma = (1 - \alpha/\phi)^2$$

$$S_c = (N_q \cdot S_q - 1) / (N_q - 1)$$

α = Angulo en grados que forma la carga con la verticalidad. Si este valor es muy pequeño (menor de 10°) se puede despreciar esta corrección.

Una vez calculada la presión de hundimiento se calcula la presión admisible con un coeficiente de seguridad de 3.

En el caso de las arcillas, la presión admisible del terreno viene dada generalmente por la carga de hundimiento a corto plazo. El valor de la cohesión sin drenaje para este cálculo se obtiene dividiendo por dos la carga de rotura a compresión simple del terreno.

$$C_u = q_u / 2$$

$$Q_{adm} = S_c \cdot C_u \cdot N_c / 3 + S_\gamma \cdot q \cdot N_q$$

Donde para todo corto plazo el Angulo de rozamiento es nulo y S<sub>c</sub> se puede aproximar a 1,2 para zapatas cuadradas. Se comprende que no sería lógico aminorar la presión de tierras, pues esta se ejercía en su totalidad antes de excavar.

El valor de q<sub>u</sub> varía con la profundidad.

Para el cálculo de las zapatas y de las losas, de su tensión admisible por el método de Brinch-Hansen, se han utilizado los siguientes coeficientes.

Se estudia en primer lugar la tensión de rotura del terreno, por varios métodos para posteriormente estudiar el asiento que se producirá y las limitaciones del mismo a las tensiones anteriormente calculadas.

Sobre este aspecto disponemos de los datos aportados por los sondeos mediante la realización de ensayos de corte directo, ensayos SPT y los datos extraídos de los ensayos penetrométricos, obteniéndose las siguientes deducciones:

- a) Ensayo tipo DPSH (caída 76 cm).
- b) Ensayo SPT.
- c) Ensayo de Compresión Simple.
- d) Ensayo tipo Brinch-Hansen, según ensayo de corte directo.

### ZONA DE COLECTORES

\* **NOTA:** En este tipo de terrenos para determinar la tensión y resistencia del suelo ensayado el ensayo ideal es el ensayo de compresión simple, pero debido a que los suelos que aparecen tienen gran contenido en gruesos y el nivel de roca aparecen muy fracturados.

Por lo tanto, en este caso se opta por determinar estos parámetros a través principalmente del ensayo de Compresión simple en roca y del ensayo corte directo utilizando los valores de cohesión y ángulo de rozamiento interno, siendo estos valores bastante fiables.

De igual manera se utilizan los ensayos DPSH y el SPT para establecer una correlación de datos y comprobar que los valores que se obtienen presentan una alta similitud y concordancia.

El ensayo SPT puede realizarse en cualquier tipo de terreno, incluso en zonas de rocas blandas y meteorizadas, es muy apropiado en terrenos con elevada fracción arenosa y con mayor reserva donde aumente la fracción arcillosa o gravosa.

De igual manera indicar que el ensayo DPSH tiene su mejor campo de aplicación en suelos medios-blandos que apoyan sobre formaciones mucho más resistentes.

En definitiva, ambos ensayos pueden ser usados, aunque sus resultados deben ser utilizados con precaución y contrastados con otros ensayos más fiables.

#### **A) Justificación de las tensiones admisibles del terreno**

**a) Según ensayos penetrométricos tipo DPSH** (se utilizan las fórmulas expresadas en las páginas 9-10)

Profundidad	Nº de golpes	R.Dinámica	T.Admisible
0,20	1	8,78	0,18
0,40	2	17,30	0,35
0,60	6	59,00	1,18
0,80	7	58,79	1,18
1,00	8	66,23	1,32
1,20	7	50,10	1,00
1,40	7	56,34	1,13
1,60	8	63,50	1,27
1,80	7	54,81	1,10

Profundidad	Nº de golpes	R.Dinámica	T.Admisible
2,00	8	61,81	1,24
2,20	7	53,37	1,07
2,40	7	52,68	1,05
2,60	9	66,86	1,34
2,80	8	58,68	1,17
3,00	7	50,70	1,01
3,20	7	50,08	1,00
3,40	7	49,47	0,99
3,60	9	62,83	1,26
3,80	7	48,29	0,97
4,00	7	47,72	0,95
4,20	10	67,38	1,35
4,40	10	66,61	1,33
4,60	7	46,09	0,92
4,80	6	39,07	0,78
5,00	7	45,07	0,90
5,20	9	57,31	1,15
5,40	7	44,09	0,88
5,60	8	49,85	1,00
5,80	8	49,32	0,99
6,00	8	48,80	0,98
6,20	8	48,29	0,97
6,40	9	53,77	1,08
6,60	9	53,22	1,06
6,80	10	58,53	1,17
7,00	9	52,15	1,04
7,20	10	57,37	1,15
7,40	9	51,13	1,02
7,60	10	56,26	1,13
7,80	9	50,15	1,00
8,00	9	49,67	0,99
8,20	9	49,20	0,98
8,40	9	48,74	0,97
8,60	14	75,12	1,50
8,80	20	106,32	2,13
9,00	31	163,31	3,27
9,20	36	187,94	3,76
9,40	70	362,17	7,24
9,60	100	512,81	10,26

- De 0,40-0,70 a 6,60 metros la tensión es de **1,00 Kg/cm<sup>2</sup>**.
- De 6,60 a 8,50 metros la tensión es de **1,00 Kg/cm<sup>2</sup>**.
- A partir de 8,50 metros la tensión es de **1,80 Kg/cm<sup>2</sup>**.

**B) Según Ensayo tipo Brinch-Hansen**

Nivel geotécnico 1:

Para el cálculo de la tensión de rotura del terreno mediante Brinch Hansen se utilizan los datos obtenidos para el nivel geotécnico N-1.

**a) Según fórmula de Brinch-Hansen según ensayo de corte directo**

Considerando un cálculo a corto plazo, teniendo en cuenta solamente el ángulo de rozamiento del terreno. El valor de la tensión de rotura del terreno con coeficiente de seguridad 3, se establece según profundidad en:

Zapata cuadrada- lado de la cimentación- presión admisible en kg/cm <sup>2</sup>								
	Profundidad	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00
NIVEL N-1	1,00	0,77	0,82	0,89	0,94	1,00	1,06	1,15
NIVEL N-1	2,00	0,80	0,85	0,93	0,98	1,03	1,11	1,22
NIVEL N-1	3,00	0,83	0,88	0,98	1,09	1,10	1,19	1,26
NIVEL N-1	3,50	0,87	0,94	1,00	1,14	1,22	1,30	1,38

Los datos de tensión de rotura del terreno dependen del lado de la zapata, ya que el tercer sumando de la fórmula de Brinch-Hansen depende del lado de la zapata.

**b) Según fórmula de Brinch - Hansen según ensayo de corte directo, teniendo en cuenta el valor de la cohesión**

Considerando un cálculo a corto plazo, teniendo en cuenta solamente la cohesión del terreno. Estos valores están entregados con un coeficiente de seguridad de 3.

Zapata cuadrada- lado de la cimentación- presión admisible en kg/cm <sup>2</sup>								
	Profundidad	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00
NIVEL N-1	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
NIVEL N-1	2,00	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
NIVEL N-1	3,00	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
NIVEL N-1	3,50	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10

En resumen y teniendo en cuenta el tipo de terreno que aflora, los datos obtenidos en laboratorio y la experiencia en la zona, podemos establecer que el resumen de tensiones admisibles en la zona de estudio es la siguiente:

	Tensión admisible
NIVEL N-1	1,00 Kg/cm <sup>2</sup>

**ZONA DE E.D.A.R.**

\* **NOTA:** En este tipo de terrenos para determinar la tensión y resistencia del suelo ensayado el ensayo ideal es el ensayo de compresión simple, pero debido a que los suelos que aparecen tienen gran contenido en gruesos y los niveles de roca aparecen muy fracturados.

Por lo tanto, en este caso se opta por determinar estos parámetros a través principalmente del ensayo de Compresión simple en roca y del ensayo corte directo utilizando los valores de cohesión y ángulo de rozamiento interno, siendo estos valores bastante fiables.

De igual manera se utilizan los ensayos DPSH y el SPT para establecer una correlación de datos y comprobar que los valores que se obtienen presentan una alta similitud y concordancia.

El ensayo SPT puede realizarse en cualquier tipo de terreno, incluso en zonas de rocas blandas y meteorizadas, es muy apropiado en terrenos con elevada fracción arenosa y con mayor reserva donde aumente la fracción arcillosa o gravosa.

De igual manera indicar que el ensayo DPSH tiene su mejor campo de aplicación en suelos medios-blandos que apoyan sobre formaciones mucho más resistentes.

En definitiva, ambos ensayos pueden ser usados, aunque sus resultados deben ser utilizados con precaución y contrastados con otros ensayos más fiables.

**A) Justificación de las tensiones admisibles del terreno**

**a) Según ensayos penetrométricos tipo DPSH** (se utilizan las fórmulas expresadas en las páginas 9-10)

Profundidad	Nº de golpes	R.Dinámica	T.Admisible
0,20	2	17,56	0,35
0,40	2	17,30	0,35

Profundidad	Nº de golpes	R.Dinámica	T.Admisible
0,60	6	59,00	1,18
0,80	8	67,18	1,34
1,00	7	57,95	1,16
1,20	7	50,10	1,00
1,40	8	64,39	1,29
1,60	7	55,57	1,11
1,80	7	54,81	1,10
2,00	8	61,81	1,24
2,20	7	53,37	1,07
2,40	8	60,20	1,20
2,60	7	52,00	1,04
2,80	8	58,68	1,17
3,00	7	50,70	1,01
3,20	7	50,08	1,00
3,40	8	56,53	1,13
3,60	8	55,85	1,12
3,80	8	55,19	1,10
4,00	8	54,54	1,09
4,20	9	60,64	1,21
4,40	8	53,28	1,07
4,60	9	59,26	1,19
4,80	9	58,60	1,17
5,00	8	51,51	1,03
5,20	8	50,94	1,02
5,40	9	56,69	1,13
5,60	8	49,85	1,00
5,80	9	55,48	1,11
6,00	9	54,90	1,10
6,20	10	60,36	1,21
6,40	9	53,77	1,08
6,60	9	53,22	1,06
6,80	9	52,68	1,05
7,00	10	57,95	1,16
7,20	10	57,37	1,15
7,40	9	51,13	1,02
7,60	9	50,63	1,01
7,80	10	55,72	1,11
8,00	10	55,19	1,10
8,20	11	60,13	1,20
8,40	12	64,99	1,30
8,60	17	91,21	1,82
8,80	26	138,22	2,76

Profundidad	Nº de golpes	R.Dinámica	T.Admisible
9,00	30	158,04	3,16
9,20	35	182,72	3,65
9,40	47	243,17	4,86
9,60	55	282,04	5,64
9,80	78	396,48	7,93
10,00	100	503,89	10,08

- De 0,50 a 8,50 metros la tensión es de **1,00 Kg/cm<sup>2</sup>**
- A partir de 8,50 metros la tensión es de **1,80 Kg/cm<sup>2</sup>**

#### b) Según ensayo SPT

En el nivel N-1, a cota de **-3,00-3,60 metros**, el terreno presenta un golpeo de 7-12 golpes, por lo que la tensión admisible del terreno *con un coeficiente de seguridad 2*, se puede establecer en:

- Para  $b < 1.2$   
 $Q_{adm} = 12N / ((1 + D/3B)) = 1,00 \text{ kg/cm}^2$
- Para  $b > 1.2$   
 $Q_{adm} = 8N / ((1 + D/3B) * ((B + 0.3)/b)^2) = 0,90 \text{ kg/cm}^2$

Lado	Lado de la cimentación en metros						Lado de la cimentación en metros
	1	4,2	7,4	10,6	13,8	17	
1	97,7	90,3	88,2	87,3	86,7	86,4	
4,2	90,3	107,8	99,0	95,1	92,9	91,4	
7,4	88,2	99,0	109,9	102,9	99,0	96,5	
10,6	87,3	95,1	102,9	110,8	105,2	101,5	
13,8	86,7	92,9	99,0	105,2	111,3	117,4	
17	86,4	91,4	96,5	101,5	106,6	111,6	

En el nivel N-2, a cota de **-6,60-7,20 metros**, el terreno presenta un golpeo de 11-13 golpes, por lo que la tensión admisible del terreno *con un coeficiente de seguridad 2*, se puede establecer en:

- Para  $b < 1.2$   
 $Q_{adm} = 12N / ((1 + D/3B)) = 1,10 \text{ kg/cm}^2$

- Para  $b > 1.2$

$$Q_{adm} = 8N((1 + D/3B)((B + 0.3)/b))^2 = 1,50 \text{ kg/cm}^2$$

		Lado de la cimentación en metros						Lado de la cimentación en metros
Lado		1	4,2	7,4	10,6	13,8	17	
1		110,6	102,2	99,8	98,8	98,2	97,8	
4,2		102,2	122,0	112,1	107,7	105,1	103,5	
7,4		99,8	112,1	124,4	116,5	112,1	109,2	
10,6		98,8	107,7	116,5	125,4	119,0	114,9	
13,8		98,2	105,1	112,1	119,0	126,0	133,0	
17		97,8	103,5	109,2	114,9	120,6	126,4	

**c) Según ensayos de Compresión Simple**

Para el cálculo de la tensión admisible se utilizan los datos obtenidos para el nivel N-1, obteniéndose:

	Profundidad	Kg/cm <sup>2</sup>
NIVEL N-1	2,00	1,01
NIVEL N-2	5,00	1,09
NIVEL N-3	10,00	1,79

**B) Según Ensayo tipo Brinch-Hansen**

*Niveles geotécnicos 1-2-3:*

Para el cálculo de la tensión de rotura del terreno mediante Brinch Hansen se utilizan los datos obtenidos para el nivel geotécnico N-1.

**a) Según fórmula de Brinch-Hansen según ensayo de corte directo**

Considerando un cálculo a corto plazo, teniendo en cuenta solamente el ángulo de rozamiento del terreno. El valor de la tensión de rotura del terreno con coeficiente de seguridad 3, se establece según profundidad en:

	Tensión admisible	
NIVEL N-1 y N-2	1,00	Kg/cm <sup>2</sup>
NIVEL N-2, a partir de 8,50 metros	1,80	Kg/cm <sup>2</sup>
NIVEL N-3	1,80	Kg/cm <sup>2</sup>

Zapata cuadrada- lado de la cimentación- presión admisible en kg/cm <sup>2</sup>								
		Profundidad						
		2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00
NIVEL N-1	1,50	0,78	0,83	0,90	0,96	1,03	1,08	1,17
NIVEL N-1	3,00	0,82	0,87	0,95	0,99	1,07	1,15	1,26
NIVEL N-2	6,00	0,99	1,04	1,08	1,14	1,20	1,27	1,33
NIVEL N-3	10,00	1,12	1,17	1,25	1,31	1,42	1,49	1,56

Los datos de tensión de rotura del terreno dependen del lado de la zapata, ya que el tercer sumando de la fórmula de Brinch Hansen depende del lado de la zapata.

**b) Según fórmula de Brinch - Hansen según ensayo de corte directo, teniendo en cuenta el valor de la cohesión**

Considerando un cálculo a corto plazo, teniendo en cuenta solamente la cohesión del terreno. Estos valores están entregados con un coeficiente de seguridad de 3.

Zapata cuadrada- lado de la cimentación- presión admisible en kg/cm <sup>2</sup>								
		Profundidad						
		2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00
NIVEL N-1	1,50	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
NIVEL N-1	3,00	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
NIVEL N-2	6,00	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
NIVEL N-3	10,00	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82

En resumen y teniendo en cuenta el tipo de terreno que nos aparece, los datos obtenidos en laboratorio y la experiencia en la zona, podemos establecer que el resumen de tensiones admisibles en la zona de estudio es la siguiente:

**7.2 TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN Y ASIENTOS**

**ZONA DE EDAR**

De acuerdo con los datos anteriores, estimamos oportuno resolver el apoyo estructural mediante CIMENTACIÓN SUPERFICIAL, es decir, se recomienda una cimentación mediante LOSA DE HORMIGÓN encajada en el nivel geotécnico 1,

empotrando el canto de dicha losa a partir de 1,00 metro de profundidad o mediante la construcción de una explanada a tal fin, en el terreno para una tensión de 1,00 kg/cm<sup>2</sup>, con un módulo de balasto de 3.000 Tn/m<sup>3</sup>, donde los asientos previstos son menores de 5 cm. Además, con la adopción de una cimentación superficial, **se evita cimentar en niveles inferiores en los que la expansividad aumenta y no se obtiene una mejora significativa en cuanto a capacidad portante.**

**a) Asiento en caso de cimentación mediante losa**

→ Cimentando la LOSA a partir de cota -1,00 m con respecto a la cota actual (nivel N-1).

Tensión a la que se carga la zapata		Lado de la cimentación (m)			
		10	15	20	25
0,4	Kg/cm <sup>2</sup>	1,14	1,69	2,27	2,41
0,6	Kg/cm <sup>2</sup>	1,32	2,10	2,63	3,14
0,7	Kg/cm <sup>2</sup>	1,67	2,37	3,28	3,60
0,8	Kg/cm <sup>2</sup>	1,89	2,65	3,40	4,16
0,9	Kg/cm <sup>2</sup>	1,95	2,94	3,97	4,42
1,0	Kg/cm <sup>2</sup>	2,19	3,10	4,18	4,80

El asiento reflejado en la tabla se mide en cm.

Tensión máxima para asiento superior a 5 cm: 10,0 tn/m<sup>2</sup>, esta carga se refiere a carga efectiva sobre el terreno, para el caso de cimentación con excavaciones asociadas, las mismas se verán incrementadas con el peso de las tierras excavadas.

Normalmente, la recomendación en este tipo de terrenos son las siguientes:

- Se elimina el nivel de terreno vegetal con un espesor de 0,50 metro aproximadamente.
- A cota de terreno natural se realiza una precompactación de dicho terreno, se recomienda una compactación aproximada del 95% del ensayo proctor normal PM.
- A continuación, se realiza una mejora de terreno de 120 cm con grava, zahorra ó bolos silíceos, a fin de salvar cota de cimentación, compactada al 98% del ensayo proctor modificado PM, con tongadas como mínimo de 30 cm y realizando como mínimo 4 tongadas, hasta alcanzar la cota de cimentación de la losa.
- Hormigón de limpieza (10 cm aproximadamente).
- Losa de cimentación.

- Se recomienda la ejecución de un sistema de drenaje perimetral para evitar la circulación o acumulación de aguas en las zonas de cimentación.

En el caso de realizarse un proceso de excavación o explanación es recomendable tener en cuenta las siguientes indicaciones.

- La excavación se realizará de forma que no se alteren las características mecánicas del suelo.
- Una vez alcanzado el firme elegido, y antes de hormigonar, se limpiará y nivelará el fondo.
- Todos los elementos extraños que pudieran aparecer en el fondo de la excavación, como rocas, restos de cimentaciones antiguas, lentejones de terreno más resistentes, etc. se retirarán, rebajándose el nivel del fondo lo suficiente para que el apoyo se realice en condiciones homogéneas.
- Caso de detectarse sobre la cota de cimentación la presencia de agua, se deberá realizar un estudio para determinar el sistema de saneamiento o drenaje adecuado para una correcta ejecución de la explanación.
- Tanto la elección de la cota relleno como la verificación de las tensiones admisibles consideradas en el cálculo deberán ser aprobadas en ultimo termino por la dirección facultativa de la obra.
- Para ejecutar en buenas condiciones el enlace con el terreno natural, si la superficie de asiento tiene una pendiente transversal a la traza superior a 10 grados, se deberá efectuar un escalonado previo del mismo.
- En caso de rellenos apoyados sobre laderas de cierta pendiente, deben construirse cunetas revestidas al pie de la ladera, con el fin de evitar que las aguas de escorrentía tengan acceso al plano de contacto relleno-cimientos. Las aguas así recogidas se canalizarán a través de obras de drenaje.
- Los rellenos se extenderán en tongadas de 30-40 cm, compactadas adecuadamente. Las tongadas deberán extenderse con pendientes transversales del orden de un 6%, para facilitar la escorrentía de las aguas de lluvia y evitar la saturación del terreno.
- La densidad que se alcance en la compactación no será inferior al 95% del Proctor Normal en el cimientto del terraplén, que en el caso que nos ocupa es la base de la explanada (terreno natural), al 98% del Proctor Normal en el núcleo del terraplén, que en el caso que nos ocupa es el relleno con suelo tolerable. En el caso del suelo seleccionado o adecuado, se deberá alcanzar una densidad del 100% del Proctor Normal.
- El contenido de humedad de los rellenos estará comprendido entre el -3% y el 2% de la óptima del ensayo Proctor Normal.

- En el caso de la grava o zahorra artificial, deberá extenderse en tongadas de 30 cm, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. La humedad necesaria para la compactación no deberá rebasar a la óptima en más de un punto porcentual. La humedad óptima de compactación se deducirá del ensayo Proctor Modificado. La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior al 100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

## 8. ESTABILIDAD DE TALUDES

### 8.1 GENERALIDADES

En este apartado se van a estudiar las condiciones de estabilidad de las estructuras proyectadas.

En líneas generales la construcción de la EDAR prevista por zonas de campo abierto por lo que se podrán adoptar taludes provisionalmente estables a la excavación. Dado que las formaciones afectadas por el trazado presentan ciertas diferencias, estas se van a analizar por separado.

Para el cálculo de la estabilidad de los taludes de excavación se emplea un sistema informático llamado SLOPE, con fecha del año 2010, con versión del programa 10.29 y cuyo distribuidor es Ingeosolum, SL. Dicho programa es adecuado al fin que nos ocupa, que es la modelización de la estabilidad de taludes en suelos.

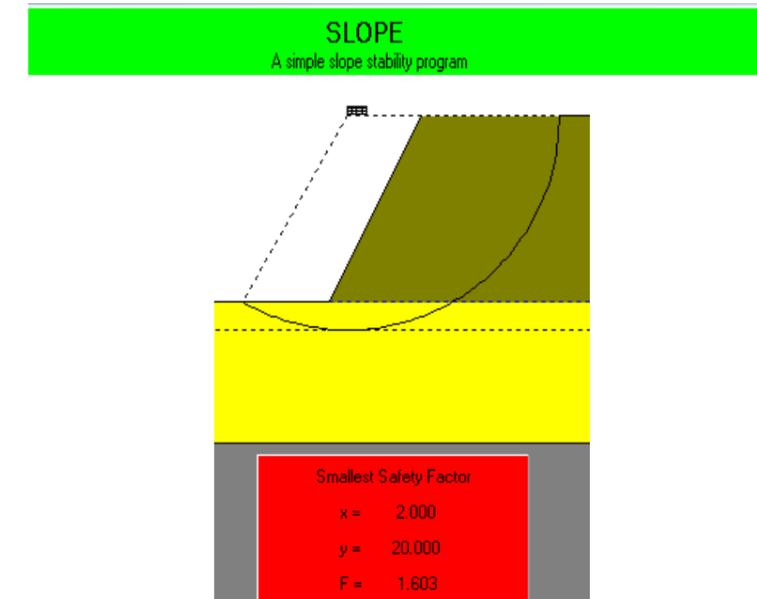
El programa en cuestión se basa en el Método de Bishop y en el cual se suponen una serie de hipótesis:

- Se supone una superficie de rotura circular.
- Se considera un suelo homogéneo y un nivel freático horizontal.
- La masa deslizante se divide en rebanadas o fajas.
- Se establece el equilibrio de momentos de las fuerzas actuantes.
- Se obtiene F, que es el coeficiente de seguridad de la superficie considerada.

### 8.2 ESTABILIDAD EN ZONA DE COLECTORES

Para modelizar el terreno desde el punto de vista de la estabilidad se tendrá en cuenta el comportamiento del terreno frente a las calicatas realizadas, así como la experiencia del proyectista en este tipo de terreno y obras similares y la información obtenida en los ensayos del laboratorio.

Cabe indicar que, en las zonas estudiadas referidas a la zona de colectores, este terreno presenta una cohesión significativa y una estabilidad media-alta, por lo que hasta una profundidad de 3,00-4,00 metros se podría plantear un talud casi vertical.



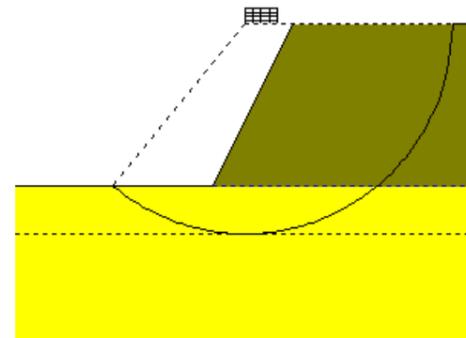
Fotografía 8. Estabilidad en zona de colectores

De igual manera para un talud 1H:2,0V no se aprecian inestabilidades, por lo que el talud que se recomienda en la zona de colectores es un talud 1H:2,0V, obteniéndose un factor de seguridad de 1.603.

### 8.3 ESTABILIDAD EN ZONA DE EDAR

La zona de ubicación del EDAR no se aprecia la existencia de taludes. De igual manera para un talud 1H:2V no se aprecian inestabilidades, por lo que el talud que se recomienda en la zona de EDAR es un talud 1H:2V, obteniéndose un factor de seguridad de 1.62.

**SLOPE**  
 A simple slope stability program



Smallest Safety Factor	
x =	2.000
y =	10.000
F =	1.620

Fotografía 9. Estabilidad en zona de EDAR.

## 9. RIESGOS ESPECIFICOS

- Expansividad y/o colapso: Si existen problemas asociados a la expansividad, mientras que los riesgos por colapso son mínimos y despreciables, ya que se trata de terrenos con formaciones arcillosas y margosas. Por lo que se deben adoptar medidas preventivas a tal efecto, como son la realización de mejoras de terreno, saneo de zonas superficiales de actividad expansiva, etc.
- Rellenos: NO se aprecia la existencia de zonas con rellenos antrópicos.
- Deslizamientos: en nuestra zona de estudio no se detectan zonas de deslizamientos, ni zonas propensas a que se produzcan estos fenómenos, debido a que los taludes existentes tienen pendientes suaves y escalonadas.
- Zonas de erosión: no se detectan zonas donde se puedan producir efectos significativos por erosión del terreno debido a la circulación de cauces fluviales.
- Zonas inundables: en la zona de estudio No se detecta la existencia de zonas inundables.
- Sifonamiento: no se produce ya que todas cimentaciones están por encima del nivel freático.
- Vuelco: debido a la alta estabilidad de la zona de estudio no se contemplan efectos de vuelco de las estructuras.

- Descalce por erosión: no se produce debido a la alta consistencia que presenta el terreno base de cimentación.

Dado el carácter puntual de los ensayos penetrométricos tipo DPSH, las calicatas y los sondeos, se recomienda la inspección en obra durante la ejecución de las cimentaciones y excavación, para verificar que las características aparentes del terreno se corresponden con las que han servido de base a este informe.

Finalmente diremos que la información suministrada por la campaña de reconocimientos, es sólo totalmente fidedigna en los puntos explorados y en la fecha de ejecución, de modo que su extrapolación al resto del terreno sólo constituye una interpretación razonable. Las conclusiones y consideraciones hechas solo serán válidas para materiales con características y propiedades similares a las descritas en este informe.

Córdoba, Septiembre de 2019

Fdo. xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas.

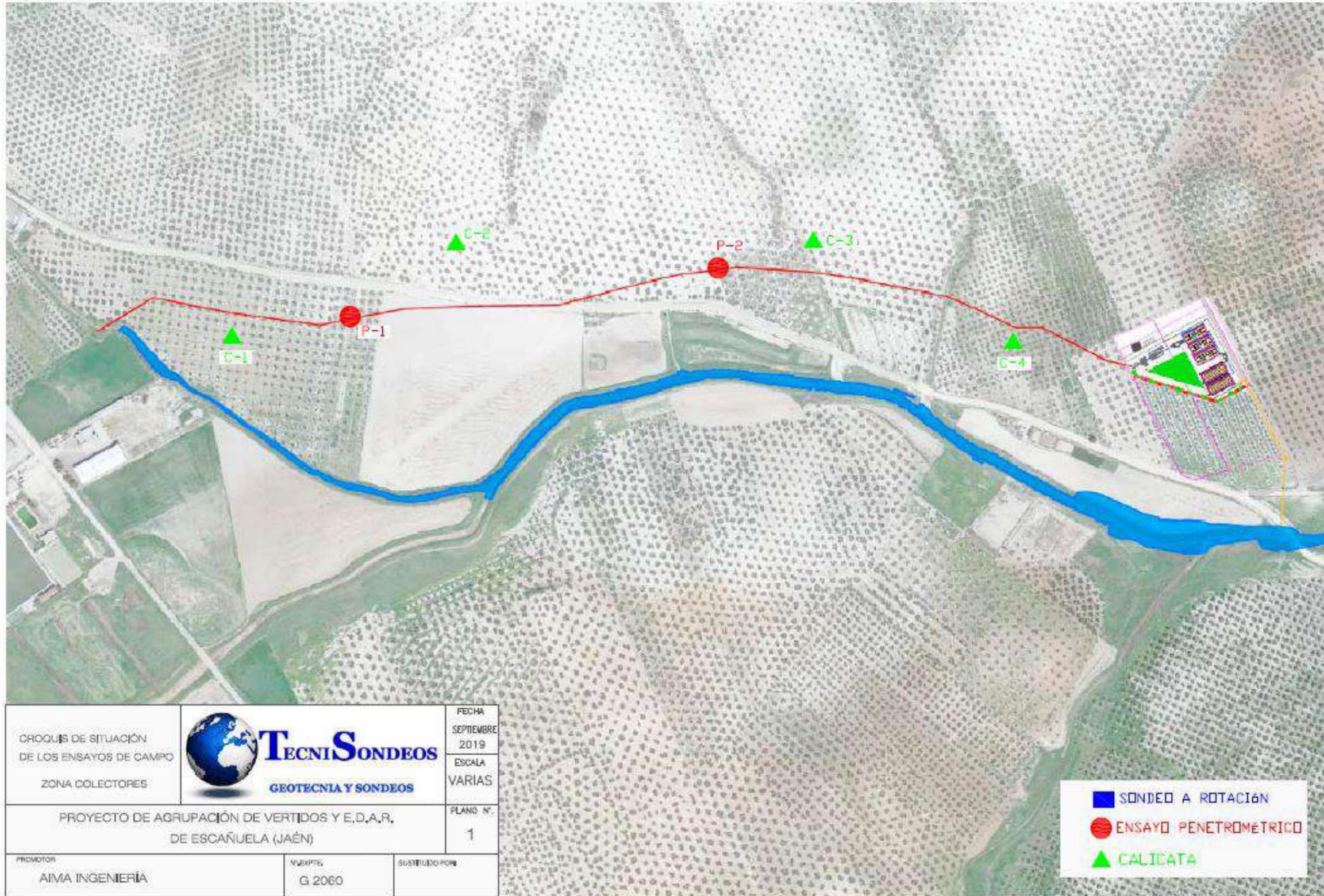
Consta la firma

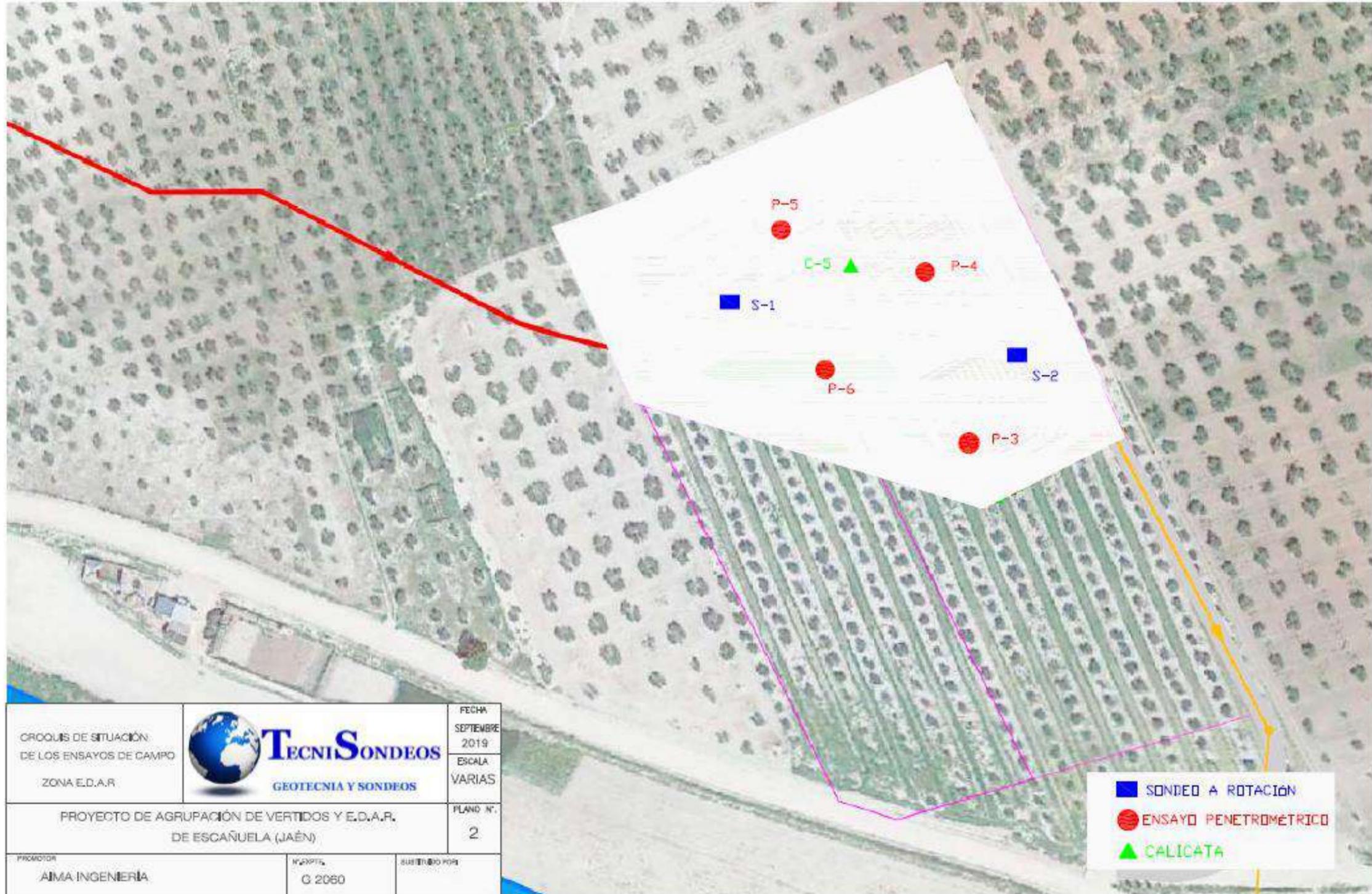
**TECNISONDEOS**  
 GEOTECNIA Y SONDEOS  
 Tel. 957 749 699 - 679 395 233  
 C/ Gabriel Ramos Bejarano, 118 - C. Nave 5  
 Pol. Las Quemadas - Córdoba  
 NIF: F - 14972442

Este documento consta de **VEINTICUATRO (24)** páginas con el sello de la empresa TECNISONDEOS, S. Coop. And., numeradas correlativamente; y de SEIS (6) anejos.

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de TECNISONDEOS, S. Coop. And.

## APÉNDICE 1. PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS DE CAMPO







**Junta de Andalucía**

Consejería de Agricultura, Ganadería,  
Pesca y Desarrollo Sostenible

AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA DE ANDALUCÍA



## APÉNDICE 2. MEDICIÓN TOPOGRÁFICA



Mediciones en L1 Fase portadora de onda completa código C/A con técnica de correlación estrecha.

Mediciones en L2 Fase portadora de onda completa con AS desactivado o en código P2 code / código P auxiliar bajo.

AS. Funciona igual con AS activado o desactivado.

#### ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

- Antena GPS ATX900
- Fiabilidad total
- Mediciones de máxima calidad Operación entre árboles y obstáculo
- Adquisición e inicialización en segundos
- Controlador RX900
- Pantalla táctil 1/4 VGA teclas definadas por el usuario.
- Tecnología inalámbrica Bluetooth® Wireless-Technology
- Memoria interna de 256 MB



La toma de datos se ha realizado por Don Jaime González Castillejo, técnico competente para realización de cualquier tipo de medición, con número de colegiado nº 902 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Peñarroya - Pueblo Nuevo.

Los datos se han volcado en un PC, mediante el software de LEYCA, y se han insertado en el programa Autocad 2.012 para el exacto replanteo de los puntos marcados en el plano.

#### LOCALIZACIÓN POR COORDENADAS DE LOS DIFERENTES PUNTOS REPLANTEADOS.

DATUM, HUSO 30, ED 50.

#### Ensayos de Penetración Dinámica

- Penetro nº 1: X: 409.806, Y: 4.192.691, Z: 300.
- Penetro nº 2: X: 410.197, Y: 4.192.769, Z: 300.
- Penetro nº 3: X: 410.737, Y: 4.192.615, Z: 294.
- Penetro nº 4: X: 410.713, Y: 4.192.652, Z: 296.
- Penetro nº 5: X: 410.670, Y: 4.192.662, Z: 296.
- Penetro nº 6: X: 410.686, Y: 4.192.613, Z: 295.



Calicatas

- Cata nº 1: X: 409.670, Y: 4.192.666, Z: 299.
- Cata nº 2: X: 409.937, Y: 4.192.776, Z: 307.
- Cata nº 3: X: 410.268, Y: 4.192.777, Z: 305.
- Cata nº 4: X: 410.486, Y: 4.192.658, Z: 295.
- Cata nº 5: X: 410.695, Y: 4.192.622, Z: 294.

Sondeos

- Sondeo nº 1: X: 410.649, Y: 4.192.646, Z: 296.
- Sondeo nº 2: X: 410.742, Y: 4.192.618, Z: 294.

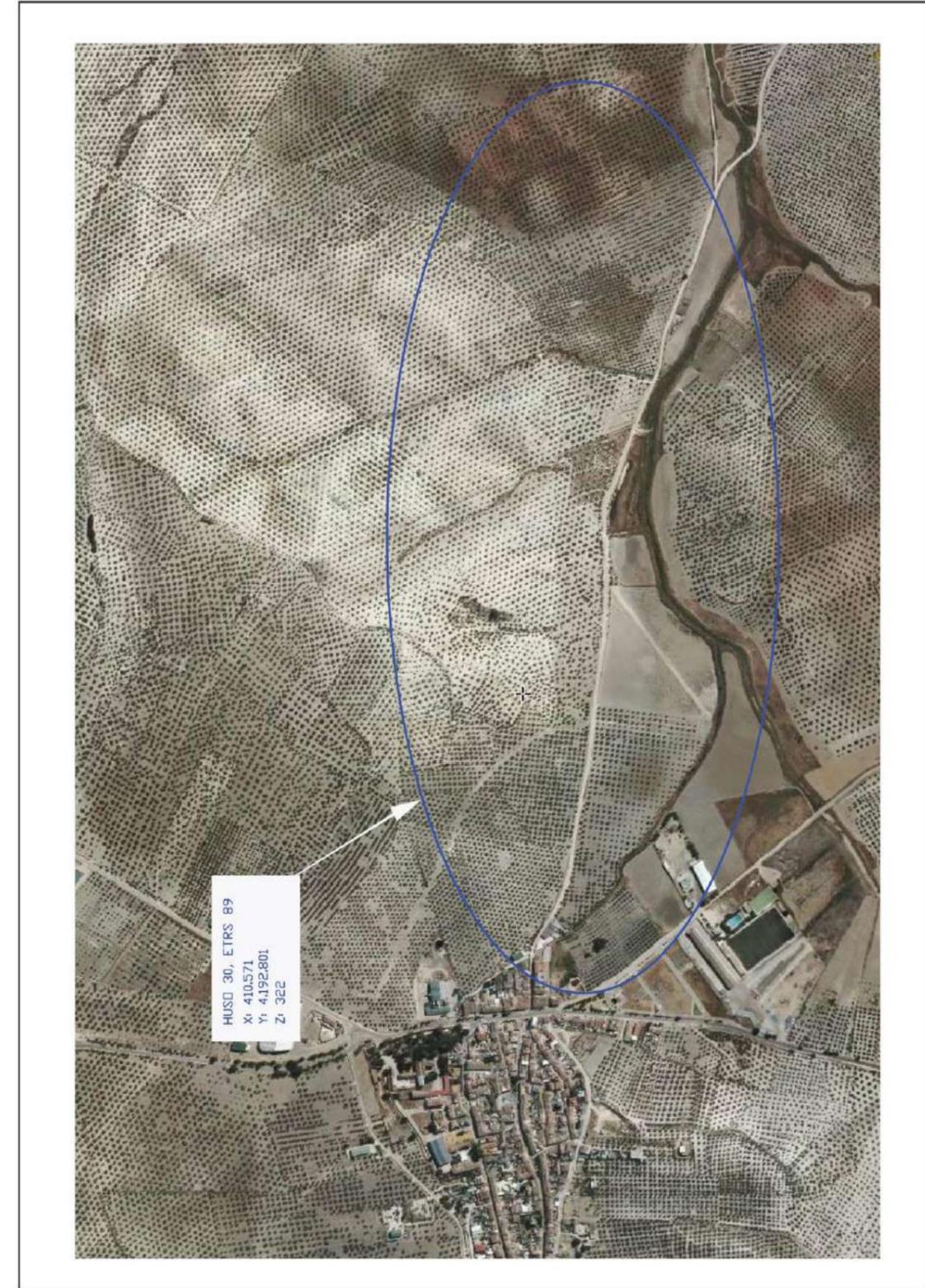
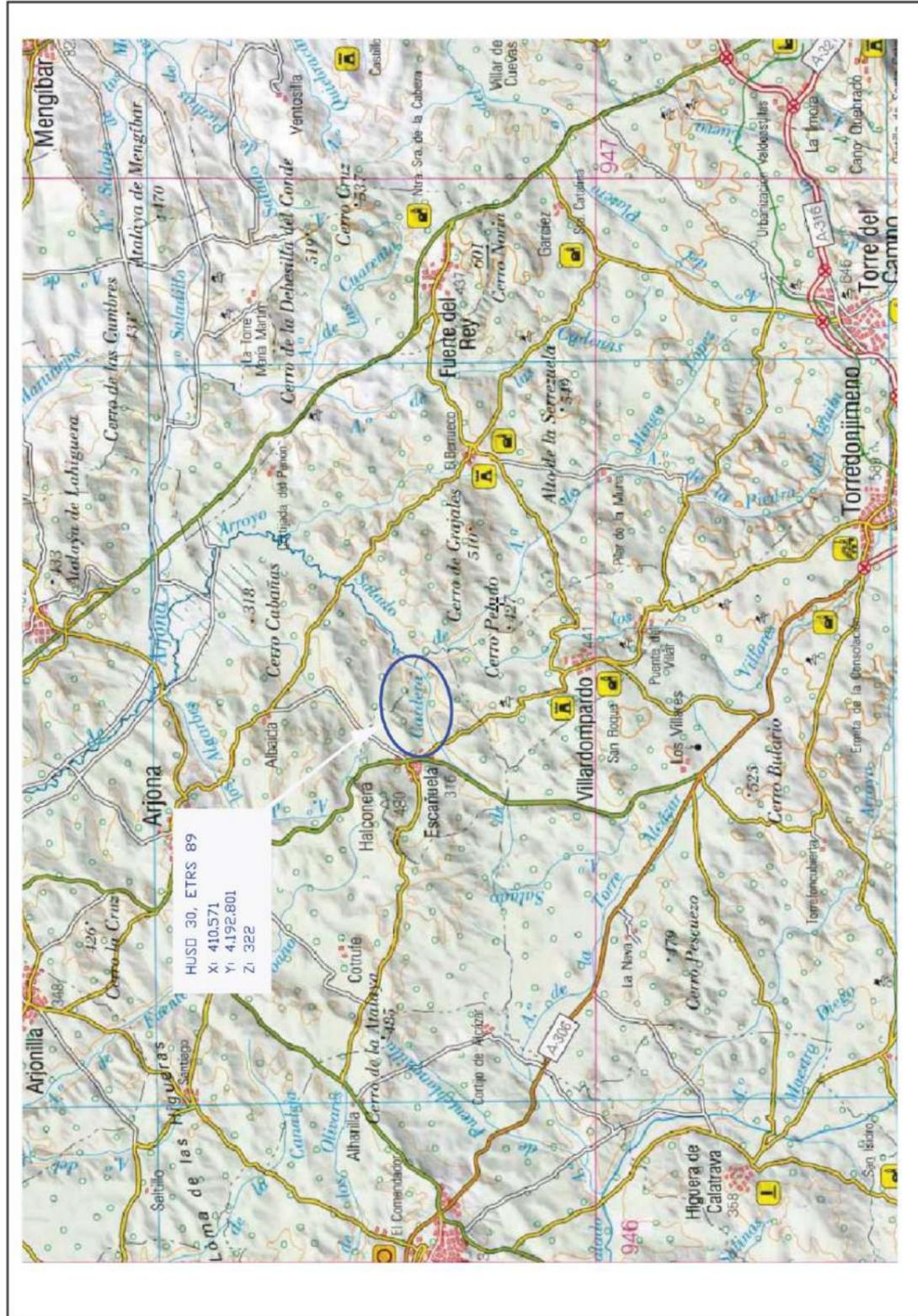
Córdoba, septiembre de 2019  
Ingeniero Técnico de Minas

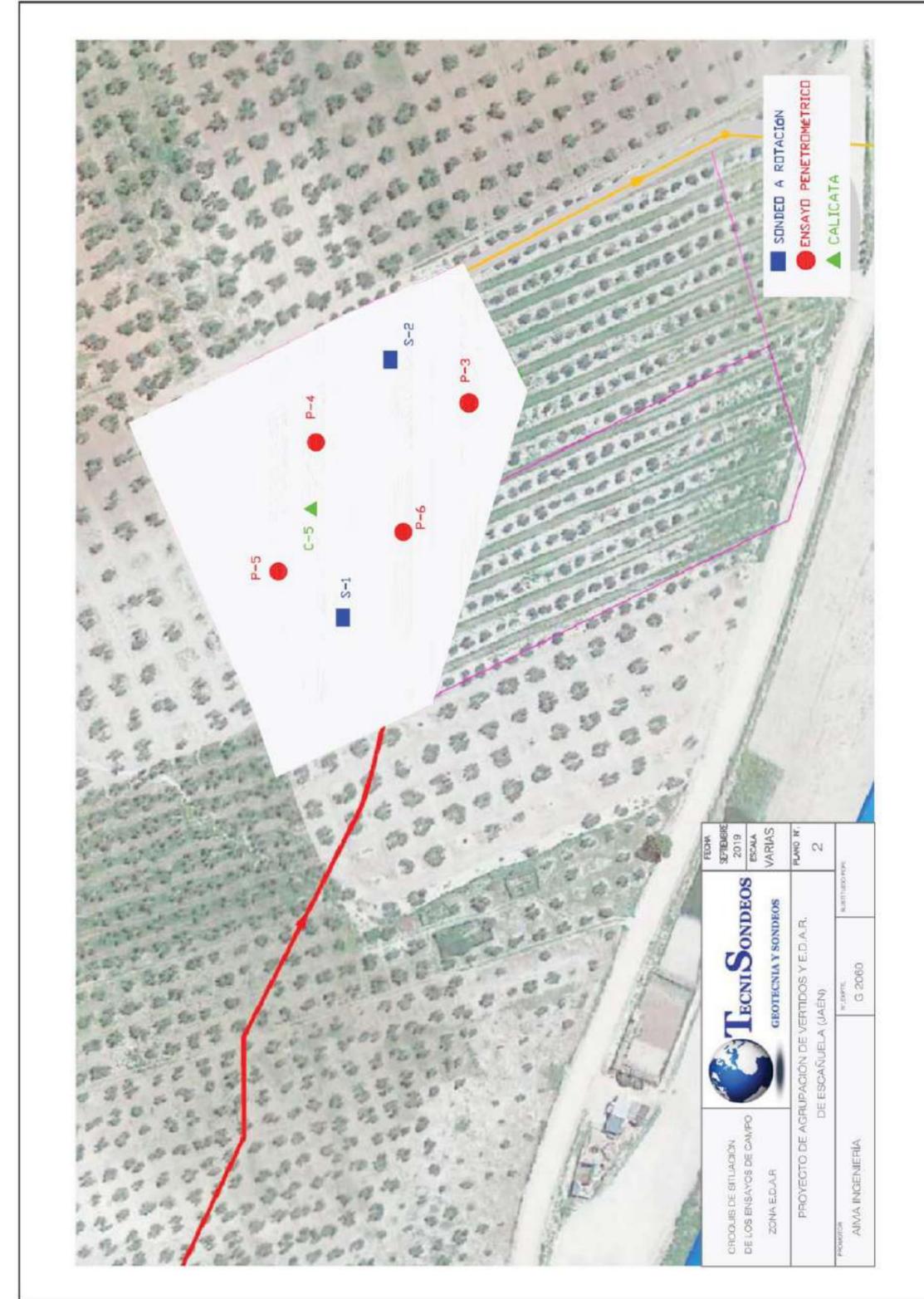
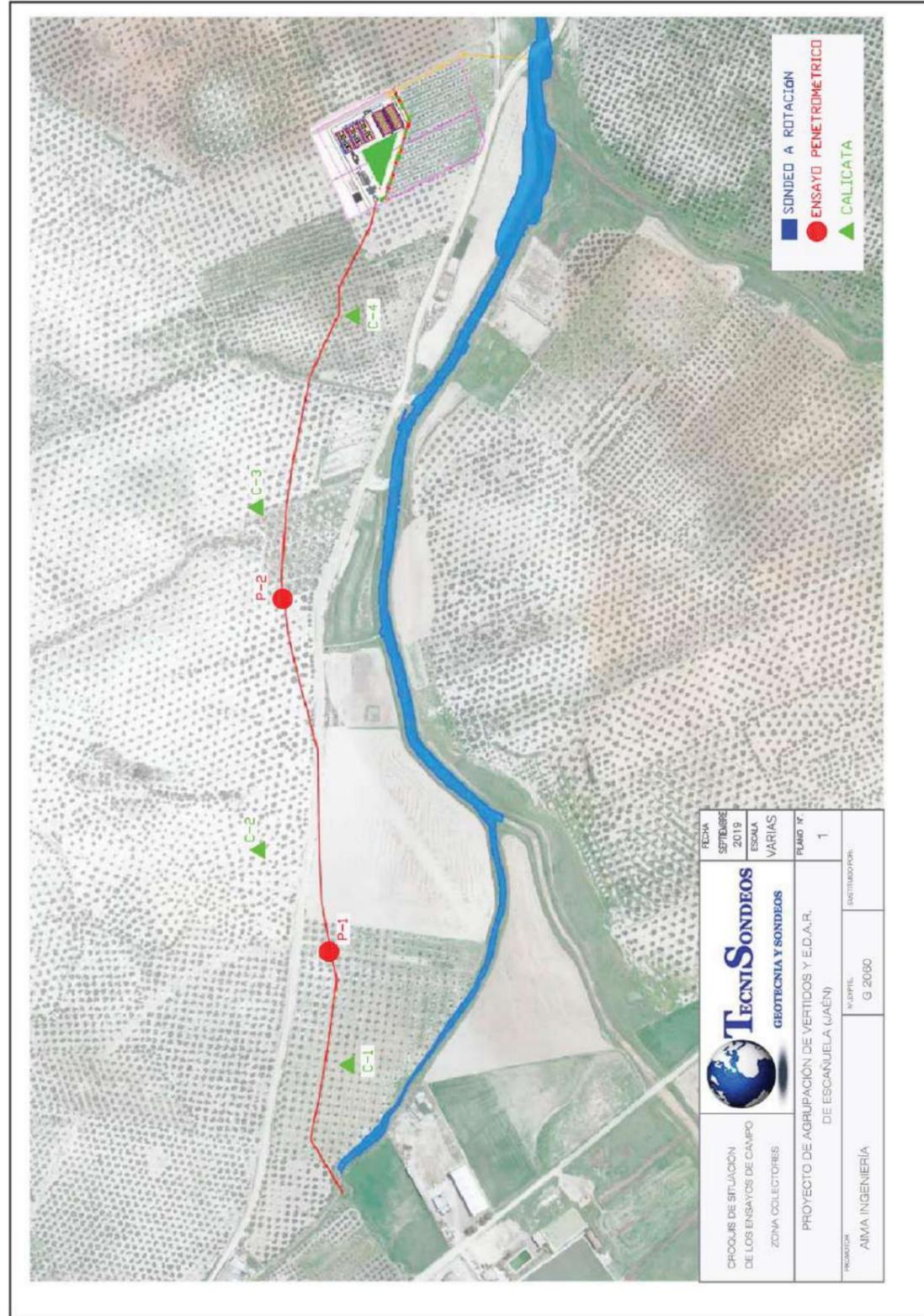
Consta la firma

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



**PLANOS**





## APÉNDICE 3. ENSAYOS DE CAMPO



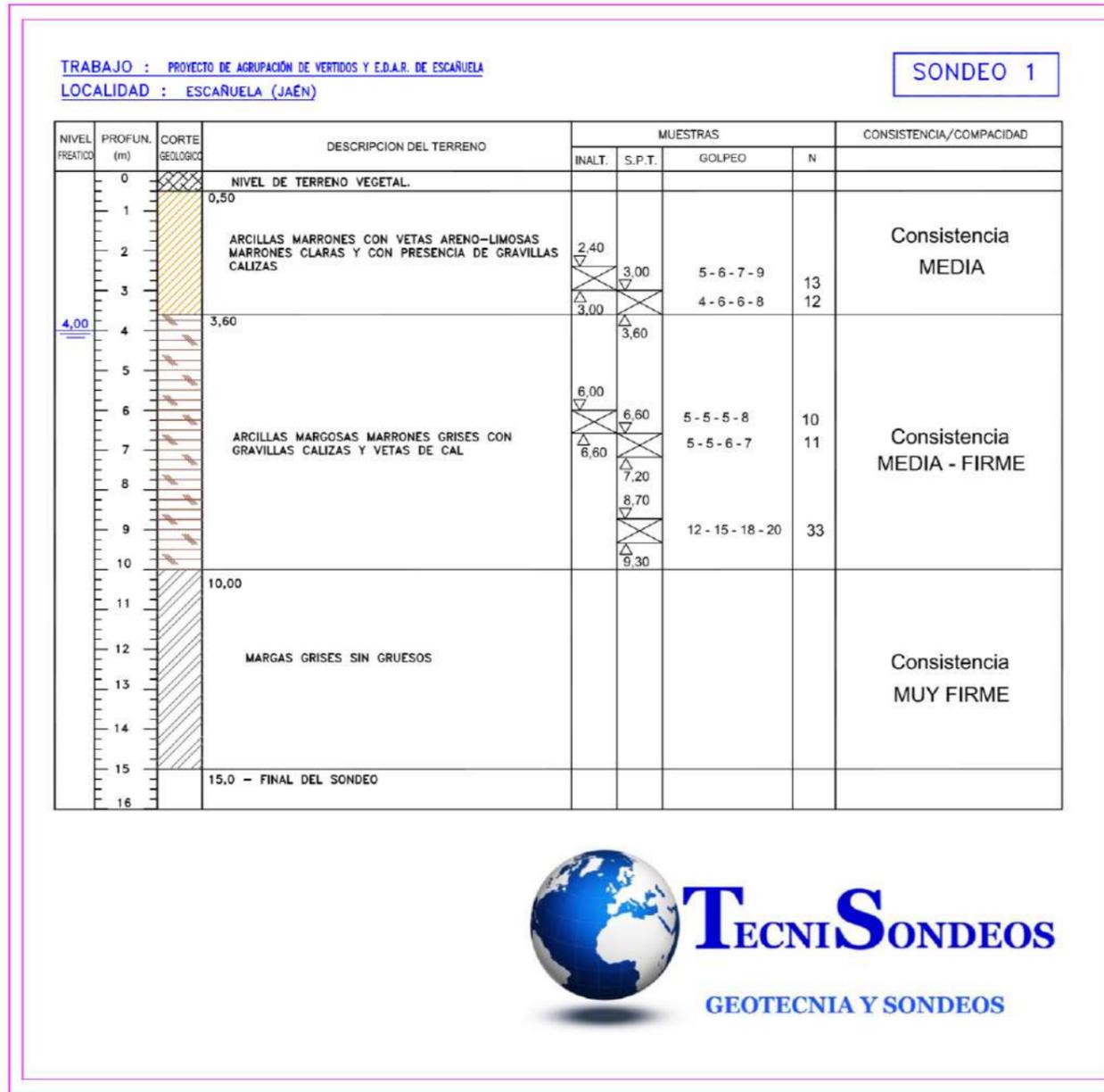
**Junta de Andalucía**

Consejería de Agricultura, Ganadería,  
Pesca y Desarrollo Sostenible

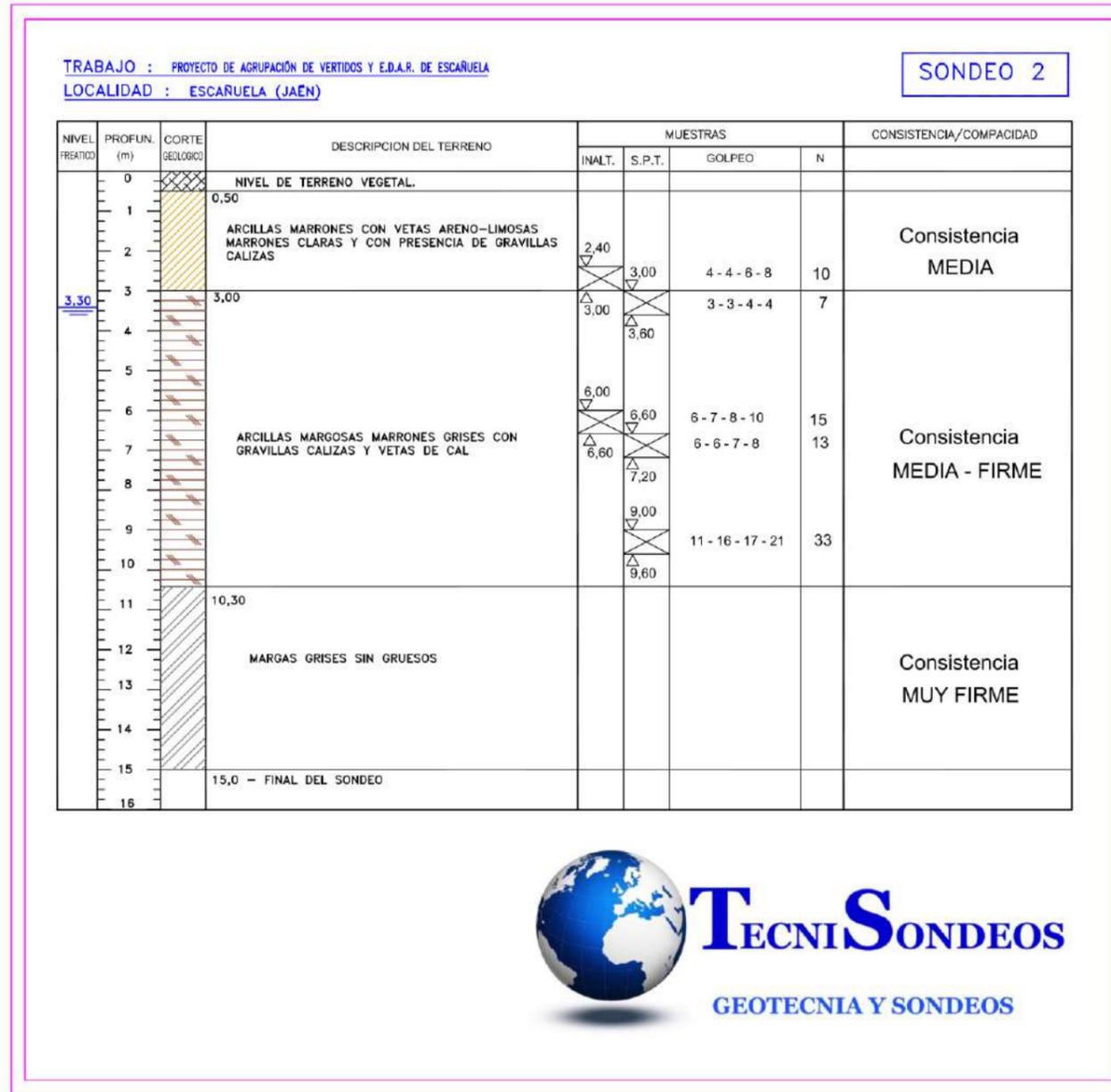
AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA DE ANDALUCÍA



### APÉNDICE 3.A. Sondeos mecánicos de rotación









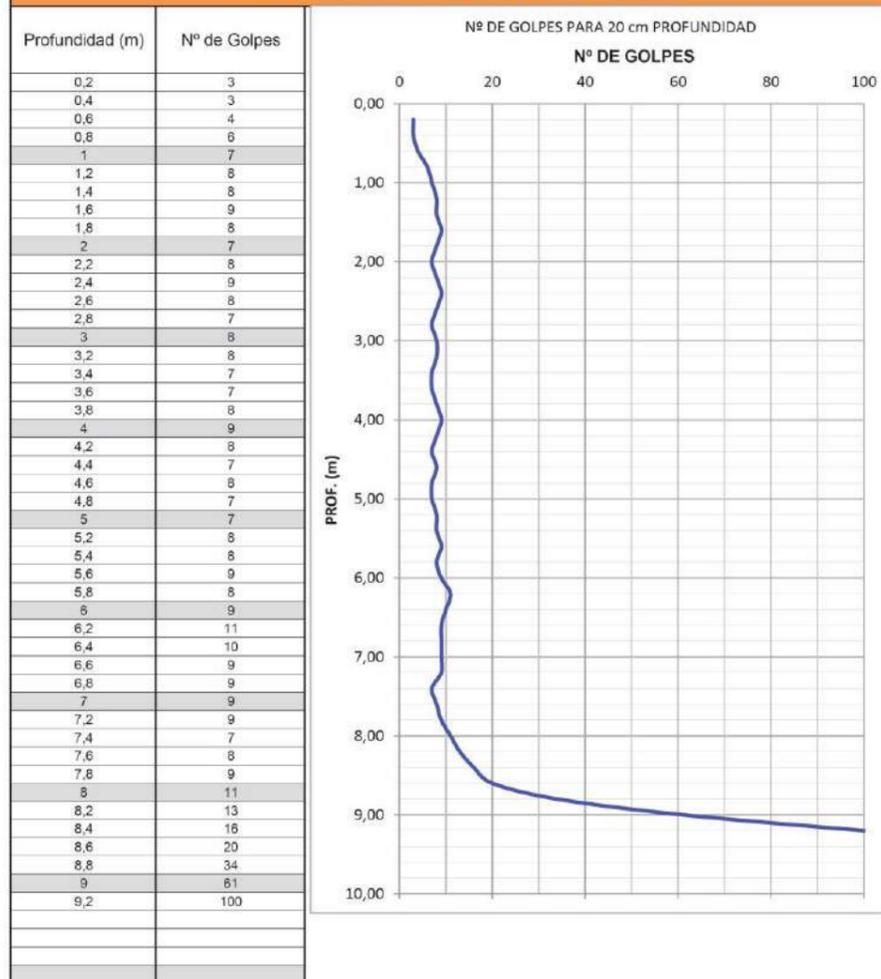
**APÉNDICE 3.B. Ensayos penetrométricos DPSH**



**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA DPSH (UNE 103801:94)**

<b>Nº EXPEDIENTE:</b> G 2060	<b>FECHA:</b> Julio 2019	<b>Características del penetrómetro DPSH:</b>	
<b>CLIENTE:</b> AIMA INGENIERIA, SL		Maquinaria:	TECOINSA
<b>TIPO DE OBRA:</b> EDAR Y AGRUPACION DE VERTIDOS		Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
<b>DIRECCIÓN:</b> ESCAÑUELA (JAEN).		Altura de caída:	76 cm
<b>ELEMENTO:</b> ZONA DE COLECTORES		Peso de la maza:	63,5 kg
<b>N. FREÁTICO:</b>		Diámetro del varillaje:	3,2 cm
		Intervalo de golpeo:	20 cm

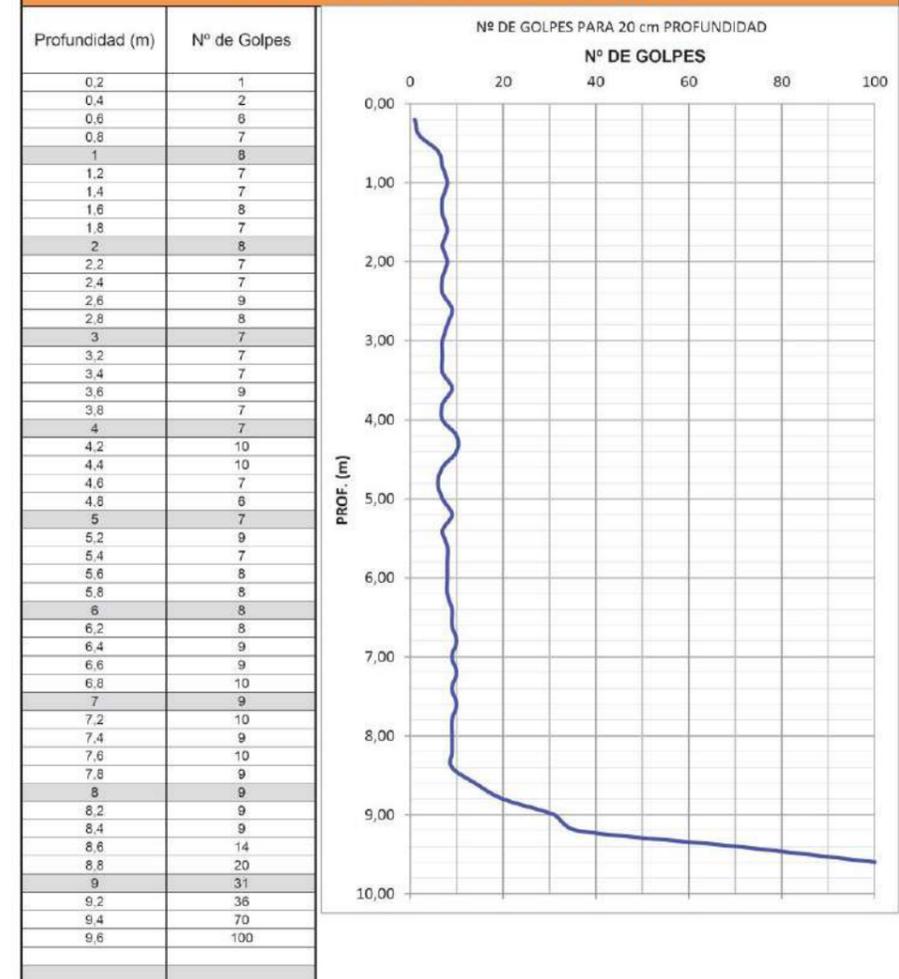
**ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 1**



**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA DPSH (UNE 103801:94)**

<b>Nº EXPEDIENTE:</b> G 2060	<b>FECHA:</b> Julio 2019	<b>Características del penetrómetro DPSH:</b>	
<b>CLIENTE:</b> AIMA INGENIERIA, SL		Maquinaria:	TECOINSA
<b>TIPO DE OBRA:</b> EDAR Y AGRUPACION DE VERTIDOS		Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
<b>DIRECCIÓN:</b> ESCAÑUELA (JAEN).		Altura de caída:	76 cm
<b>ELEMENTO:</b> ZONA DE COLECTORES		Peso de la maza:	63,5 kg
<b>N. FREÁTICO:</b>		Diámetro del varillaje:	3,2 cm
		Intervalo de golpeo:	20 cm

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 2**

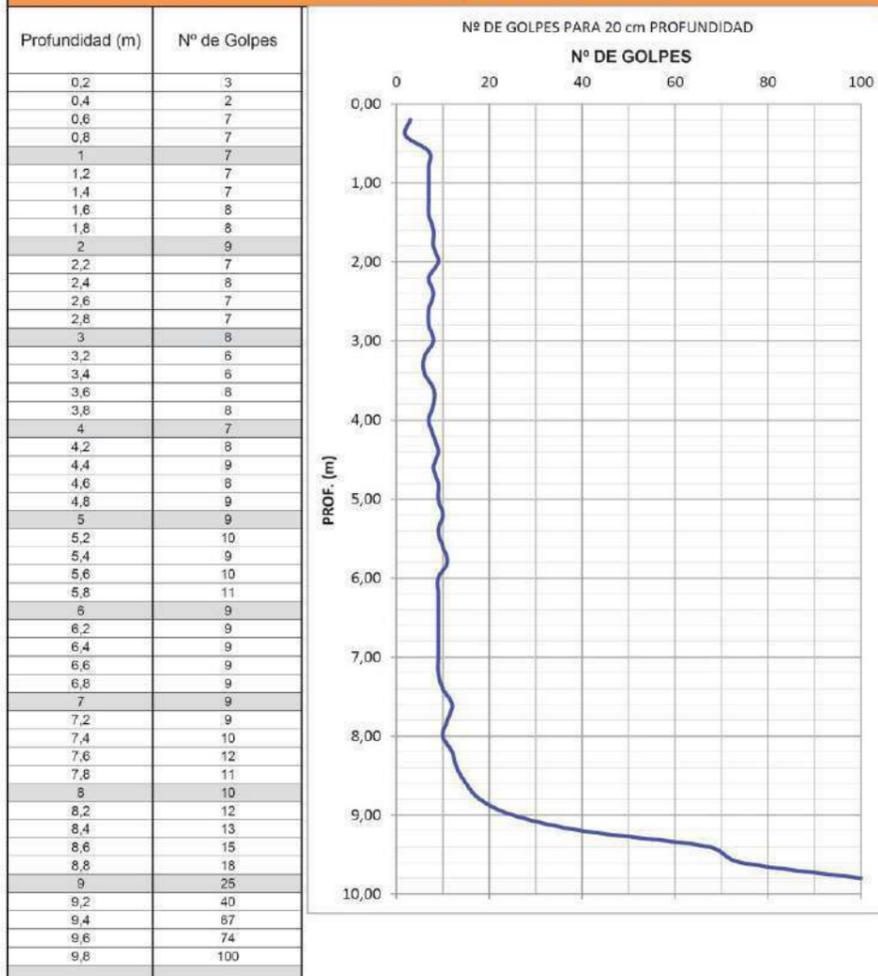




**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA DPSH (UNE 103801:94)**

<b>Nº EXPEDIENTE:</b> G 2060	<b>FECHA:</b> Julio 2019	<b>Características del penetrómetro DPSH:</b>	
<b>CLIENTE:</b> AIMA INGENIERIA, SL		Maquinaria:	TECOINSA
<b>TIPO DE OBRA:</b> EDAR Y AGRUPACION DE VERTIDOS		Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
<b>DIRECCIÓN:</b> ESCAÑUELA (JAEN).		Altura de caída:	76 cm
<b>ELEMENTO:</b> ZONA DE EDAR.		Peso de la maza:	63,5 kg
<b>N. FREÁTICO:</b>		Diámetro del varillaje:	3,2 cm
		Intervalo de golpeo:	20 cm

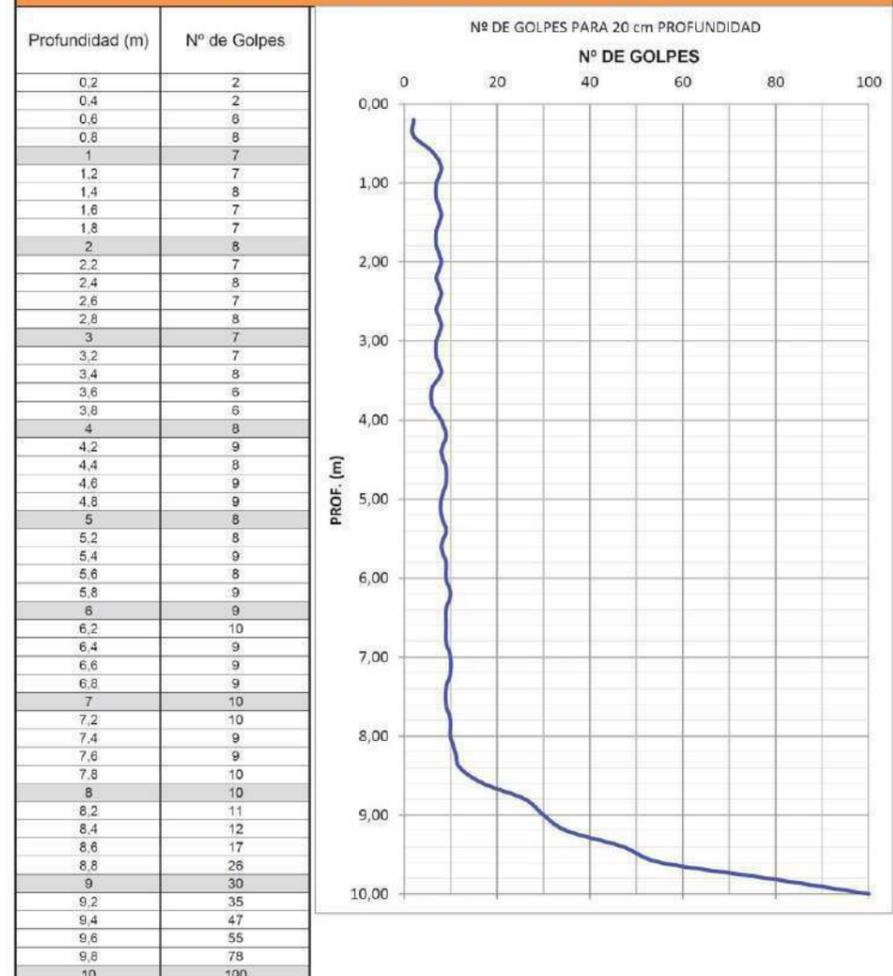
**ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 3**



**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA DPSH (UNE 103801:94)**

<b>Nº EXPEDIENTE:</b> G 2060	<b>FECHA:</b> Julio 2019	<b>Características del penetrómetro DPSH:</b>	
<b>CLIENTE:</b> AIMA INGENIERIA, SL		Maquinaria:	TECOINSA
<b>TIPO DE OBRA:</b> EDAR Y AGRUPACION DE VERTIDOS		Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
<b>DIRECCIÓN:</b> ESCAÑUELA (JAEN).		Altura de caída:	76 cm
<b>ELEMENTO:</b> ZONA DE EDAR.		Peso de la maza:	63,5 kg
<b>N. FREÁTICO:</b>		Diámetro del varillaje:	3,2 cm
		Intervalo de golpeo:	20 cm

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 4**

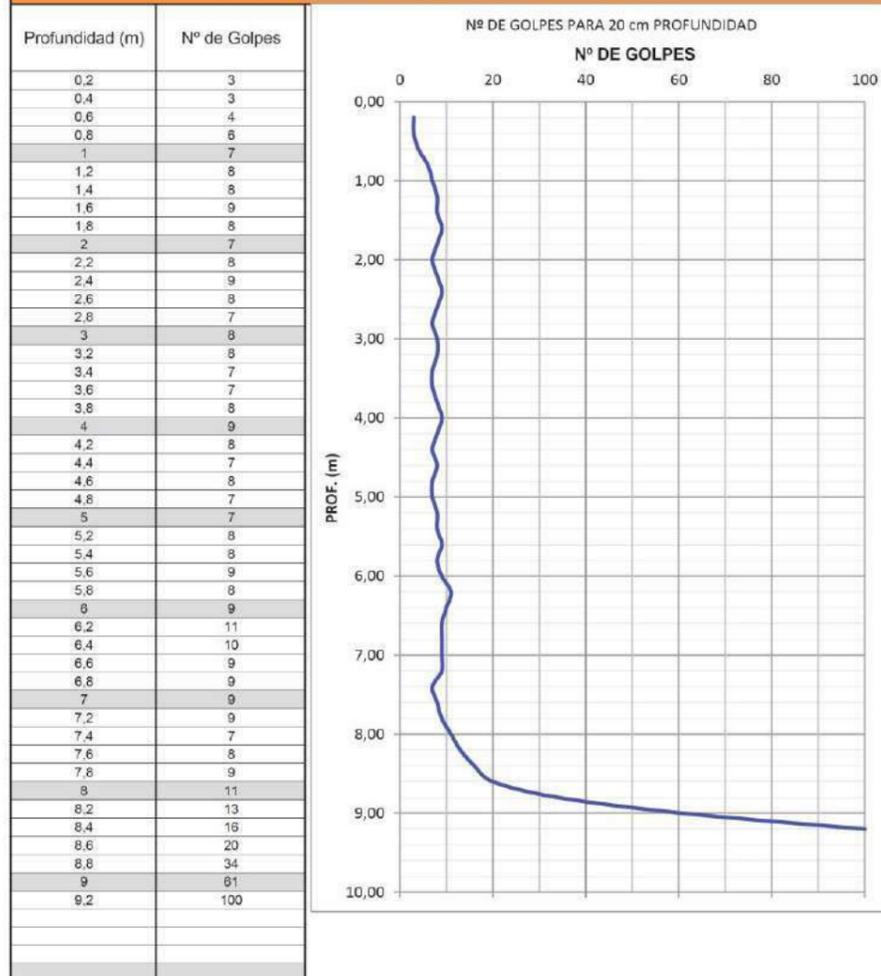




**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA DPSH (UNE 103801:94)**

Nº EXPEDIENTE:	G 2060	FECHA:	Julio 2019	Características del penetrómetro DPSH:	
CLIENTE:	AIMA INGENIERIA, SL	Maquinaria:	TECOINSA	Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
TIPO DE OBRA:	EDAR Y AGRUPACION DE VERTIDOS	Altura de caída:	76 cm	Peso de la maza:	63,5 kg
DIRECCIÓN:	ESCAÑUELA (JAEN).	Diámetro del varillaje:	3,2 cm	Intervalo de golpeo:	20 cm
ELEMENTO:	ZONA DE COLECTORES				
N. FREÁTICO:					

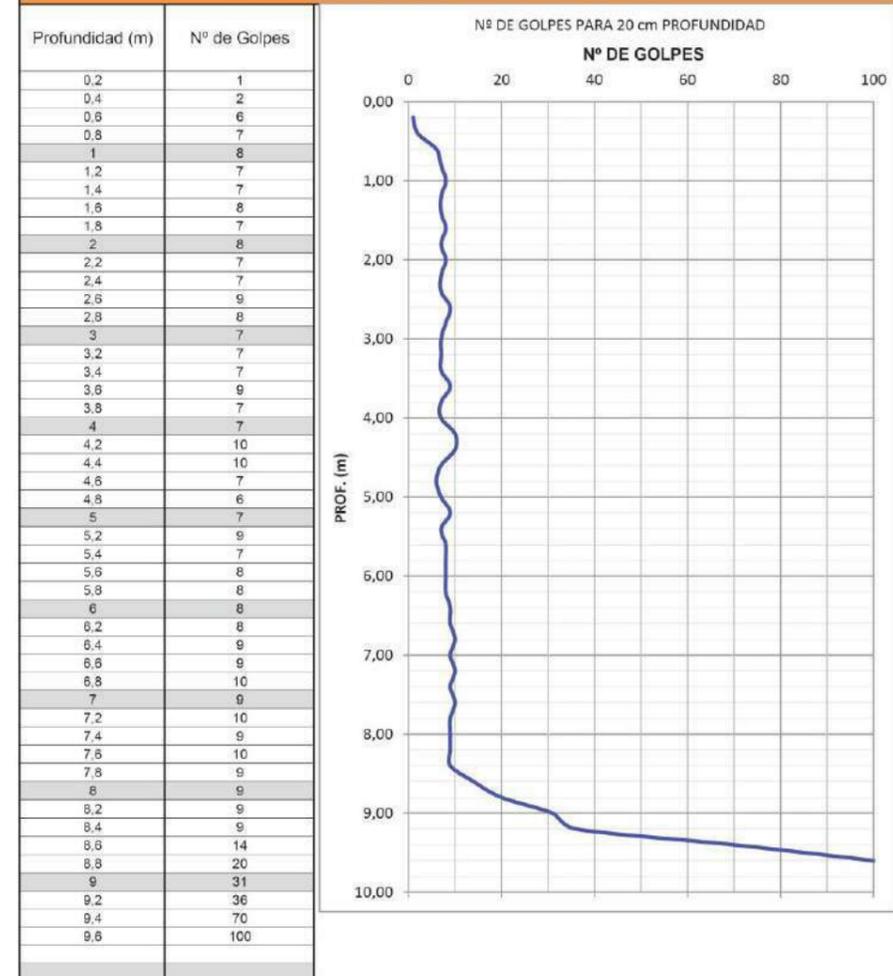
**ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 1**



**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA DPSH (UNE 103801:94)**

Nº EXPEDIENTE:	G 2060	FECHA:	Julio 2019	Características del penetrómetro DPSH:	
CLIENTE:	AIMA INGENIERIA, SL	Maquinaria:	TECOINSA	Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
TIPO DE OBRA:	EDAR Y AGRUPACION DE VERTIDOS	Altura de caída:	76 cm	Peso de la maza:	63,5 kg
DIRECCIÓN:	ESCAÑUELA (JAEN).	Diámetro del varillaje:	3,2 cm	Intervalo de golpeo:	20 cm
ELEMENTO:	ZONA DE COLECTORES				
N. FREÁTICO:					

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 2**



**APÉNDICE 3.C. Calicatas mecánicas de reconocimiento**



**ACTA DE APERTURA DE CALICATA**



DATOS GENERALES	
DESIGNACIÓN DE LA CALICATA	<b>C-1</b>
FECHA DE APERTURA	JULIO-2017
TIPO DE EXCAVACIÓN	RETRO-EXCAVADORA MIXTA
PROFUNDIDAD MÁXIMA (m)	3,50
GRADO DE EXCAVABILIDAD	EXCAVABILIDAD ALTA.
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES	ESTABILIDAD MEDIA-ALTA.
NIVEL FREÁTICO	NO SE DETECTA

**DETALLE DE LOS MATERIALES**



**CORTE LITOLÓGICO**

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTRATOS	OBSERVACIONES
0,00		NIVEL CORRESPONDIENTE A TERRENO VEGETAL.	
0,40			
0,40	<b>1</b>	ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS.	
3,50			

TECNISONDEOS, SCA C/ Gabriel Ramos Bejarano, nº 118-C, nave nº 5, PI Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono fijo: 957 74 96 99 - Teléfono móvil: 679 39 52 33 - 657 669 304 [www.tecnisondeos.es](http://www.tecnisondeos.es)



**ACTA DE APERTURA DE CALICATA**



DATOS GENERALES	
DESIGNACIÓN DE LA CALICATA	<b>C-2</b>
FECHA DE APERTURA	JULIO-2017
TIPO DE EXCAVACIÓN	RETRO-EXCAVADORA MIXTA
PROFUNDIDAD MÁXIMA (m)	3,50
GRADO DE EXCAVABILIDAD	EXCAVABILIDAD ALTA.
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES	ESTABILIDAD MEDIA-ALTA.
NIVEL FREÁTICO	NO SE DETECTA

**DETALLE DE LOS MATERIALES**



**CORTE LITOLÓGICO**

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTRATOS	OBSERVACIONES
0,00		NIVEL CORRESPONDIENTE A TERRENO VEGETAL.	
0,70			
0,70	<b>1</b>	ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS.	
3,50			

TECNISONDEOS, SCA C/ Gabriel Ramos Bejarano, nº 118-C, nave nº 5, PI Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono fijo: 957 74 96 99 - Teléfono móvil: 679 39 52 33 - 657 669 304 [www.tecnisondeos.es](http://www.tecnisondeos.es)



**ACTA DE APERTURA DE CALICATA**

DATOS GENERALES	
DESIGNACIÓN DE LA CALICATA	<b>C-3</b>
FECHA DE APERTURA	JULIO-2017
TIPO DE EXCAVACIÓN	RETRO-ESCAVADORA MIXTA
PROFUNDIDAD MÁXIMA (m)	3,50
GRADO DE EXCAVABILIDAD	EXCAVABILIDAD ALTA.
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES	ESTABILIDAD MEDIA-ALTA.
NIVEL FREÁTICO	NO SE DETECTA



**DETALLE DE LOS MATERIALES**

**CORTE LITOLÓGICO**

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTRATOS	OBSERVACIONES
0,00		NIVEL CORRESPONDIENTE A TERRENO VEGETAL.	
0,50			
0,50	<b>1</b>	ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS.	
3,50			

TECNISONDEOS, SCA C/ Gabriel Ramos Bejarano, nº 118-C, nave nº 5, PI Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono fijo: 957 74 96 99 - Teléfono móvil: 679 39 52 33 - 657 669 304 [www.tecnisondeos.es](http://www.tecnisondeos.es)



**ACTA DE APERTURA DE CALICATA**

DATOS GENERALES	
DESIGNACIÓN DE LA CALICATA	<b>C-4</b>
FECHA DE APERTURA	JULIO-2017
TIPO DE EXCAVACIÓN	RETRO-ESCAVADORA MIXTA
PROFUNDIDAD MÁXIMA (m)	3,50
GRADO DE EXCAVABILIDAD	EXCAVABILIDAD ALTA.
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES	ESTABILIDAD MEDIA-ALTA.
NIVEL FREÁTICO	NO SE DETECTA



**DETALLE DE LOS MATERIALES**

**CORTE LITOLÓGICO**

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTRATOS	OBSERVACIONES
0,00		NIVEL CORRESPONDIENTE A TERRENO VEGETAL.	
0,60			
0,60	<b>1</b>	ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS.	
3,50			

TECNISONDEOS, SCA C/ Gabriel Ramos Bejarano, nº 118-C, nave nº 5, PI Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono fijo: 957 74 96 99 - Teléfono móvil: 679 39 52 33 - 657 669 304 [www.tecnisondeos.es](http://www.tecnisondeos.es)



**ACTA DE APERTURA DE CALICATA**

DATOS GENERALES	
DESIGNACIÓN DE LA CALICATA	<b>C-5</b>
FECHA DE APERTURA	JULIO-2017
TIPO DE EXCAVACIÓN	RETRO-ESCAVADORA MIXTA
PROFUNDIDAD MÁXIMA (m)	3,50
GRADO DE EXCAVABILIDAD	EXCAVABILIDAD ALTA.
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES	ESTABILIDAD MEDIA-ALTA.
NIVEL FREÁTICO	NO SE DETECTA



**DETALLE DE LOS MATERIALES**

**CORTE LITOLÓGICO**

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL	DESCRIPCIÓN DE LOS ESTRATOS	OBSERVACIONES
0,00		NIVEL CORRESPONDIENTE A TERRENO VEGETAL.	
0,50 0,50	<b>1</b>	ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS.	
3,50			

TECNISONDEOS, SCA / Gabriel Ramos Bejarano, nº 118-C, nave nº 5, Pl Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono fijo: 957 74 96 99 - Teléfono móvil: 679 39 52 33 - 657 669 304 [www.tecnisondeos.es](http://www.tecnisondeos.es)

## APÉNDICE 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

**APÉNDICE 4.A. Ensayos de laboratorio en sondeos**



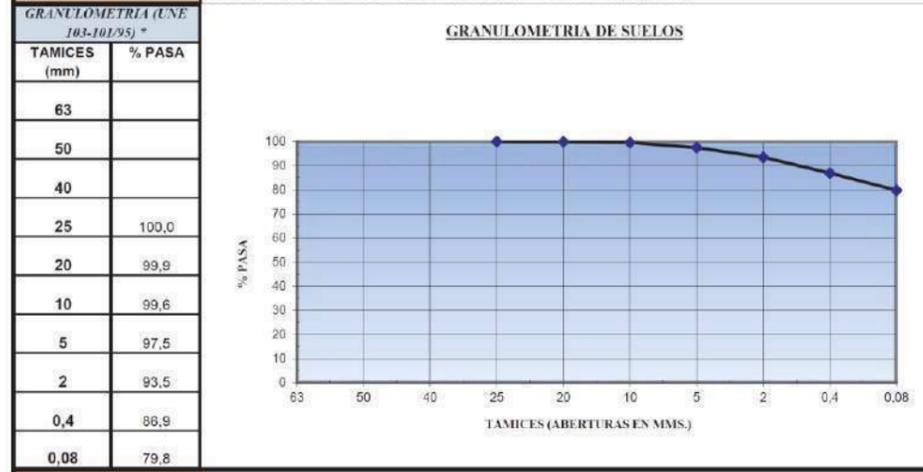
### ENSAYO DE SUELOS

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Carbonatos (UNE 103200:93)	PROCTOR N (UNE 103-500:94)			Lambe * (UNE 103600)	CONTENIDO EN* (NLT) 114-UNE103201- UNE103.204	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72	
L.L. UNE 103103:94	37,4	E.A.	D.M.	H.O.	Compresion S* UNE 103.400	Contenido en Sales Solubles	U.S.C.S. *	CL
L.P. UNE 103104:93	16,5				Densidad Seca*	SO4(mg/k)*	H.R.B. *	A-6
I.P.	20,9	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)		53,11	% Humedad UNE 103300:93	M. Orgánica *	I.G. *	15,00

PETICIONARIO: AIMA INGENIERIA

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)



PROCEDENCIA: SONDEO 1. MUESTRA ALTERADA DE 1,50 A 2,0 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS  
 N° MUESTRA: G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma

Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Telefono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



### ENSAYO DE SUELOS

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Carbonatos (UNE 103200:93)	PROCTOR N (UNE 103-500:94)			Lambe * (UNE103600)	CONTENIDO EN* (NLT) 114-UNE103201- UNE103.204	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72	
L.L. UNE 103103:94	38,9	E.A.	D.M.	H.O.	Compresion S* UNE103.400	0,802	Contenido en Sales Solubles	U.S.C.S. *
L.P. UNE 103104:93	17,5				Densidad Seca*	1,560	SO4(mg/k)*	301,44
I.P.	21,4	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)		55,8	% Humedad UNE 103300:93	18,3	M. Orgánica *	I.G. *

PETICIONARIO: AIMA INGENIERIA

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)



PROCEDENCIA: SONDEO 1. MUESTRA INALTERADA DE 2,40 A 3,00 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS  
 N° MUESTRA: G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma

Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Telefono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



**ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE**

**UNE 103-400-93\***

MUESTRA N°: G 2060

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS.

MUESTRA TOMADA EN S-1 A 2,40 M

Resistencia a compresión simple	<b>0,802 Kg/cm<sup>2</sup></b>
---------------------------------	--------------------------------

Densidad de la probeta (g/cm<sup>3</sup>): 1,56

Humedad probeta %: 18,3

Esquema de rotura:



Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo.: xxxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



TecniSondeos, S.C.A. - C/ Gabriel Ramos Bejarano, nº 118-C, nave nº 5, P.I. Las Quemadas, CP: 14014 Córdoba

Teléfono Fijo: 957 74 96 99 - Teléfono móvil: 679 39 52 33 y 657 669 304



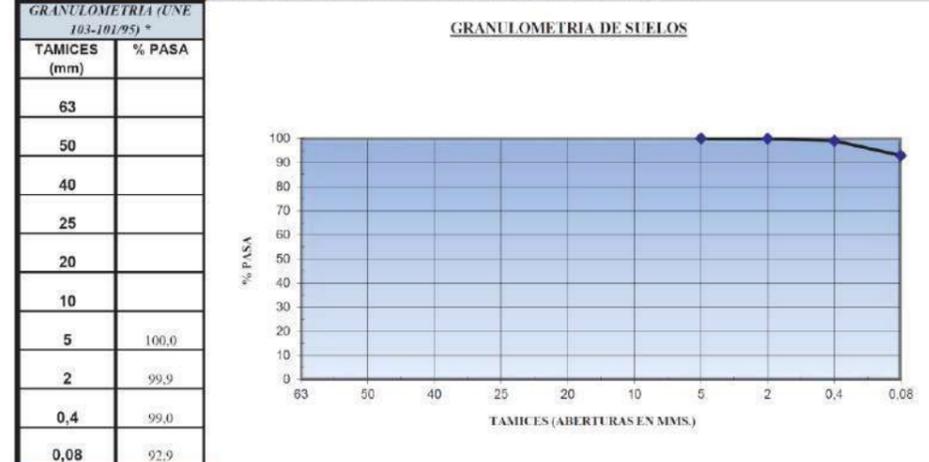
**ENSAYO DE SUELOS**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite. Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio. Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite.

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Carbonatos (UNE 103200:93)	PROCTOR N (UNE 103-500:94)	Lambe * (UNE103600)	CONTENIDO EN * (NLI 114-UNE103201-UNE103.204)	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72					
L.L. UNE 103103:94	56,3	E.A.	D.M.	H.O.	Compresión S* UNE103.400	1,660	Contenido en Sales Solubles		U.S.C.S. *	CH
L.P. UNE 103104:93	24,6				Densidad Seca* UNE103.400	1,590	SO4(mg/kg)*	275,48	H.R.B. *	A-7-6
L.P.	31,7	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	38,74	% Humedad UNE 103300:93	19,32	M. Orgánica *		I.G. *	33,00	

PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA

OBRA: AGRUPACION DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)



PROCEDECIA: SONDEO 1. MUESTRA INALTERADA DE 6.0 A 6.60 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISAS CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL. N° MUESTRA: G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo.: xxxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



TecniSondeos, S.C.A. - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, P.I. Las Quemadas, 14014 Córdoba

Teléfono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecniSondeos@gmail.com



**ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE**

**UNE 103-400-93\***

MUESTRA Nº: G 2060

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN).

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARGOSAS MARRONES-GRISES CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL.

MUESTRA TOMADA EN S1 A 6,00 M

Resistencia a compresión simple	<b>1,66 Kg/cm<sup>2</sup></b>
---------------------------------	-------------------------------

Densidad de la probeta (g/cm<sup>3</sup>): 1,59

Humedad probeta %: 19,32

Esquema de rotura:



Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo.: xxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



AGrupación de Vertidos y E.D.A.R. en Escañuela, nº 118-C, nave nº 5, P.I. Las Quemadas, CP: 14014 Córdoba

Teléfono Fijo: 957 74 96 99 Teléfono móvil: 679 39 32 33 y 637 669 304



**ENSAYO DE SUELOS**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que lo solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Carbonatos (UNE 103200:93)	PROCTOR N (UNE 103-500:94)	Lambe + (UNE103600)	CONTENIDO EN* (NLT) 114-UNE103201- UNE 103.204	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72					
LL UNE 103103:94	66,5	E.A.	D.M.	H.O.	Compresión S* UNE103.400	2,74	Contenido en Yeso (NLT 115-99)	U.S.C.S. *	CH	
L.P. UNE 103104:93	29,4				Densidad Seca*	1,55	SO4(mg/k)*	239,42	H.R.B. *	A-7.8
I.P.	37,1	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	21,9	% Humedad UNE 103300:93	23,7	M. Orgánica *		I.G. *	44,00	

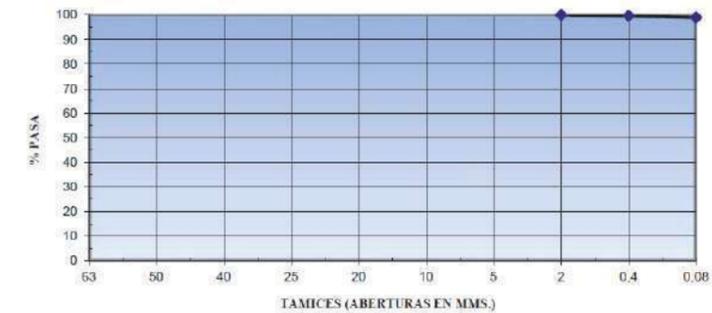
PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

GRANULOMETRIA (UNE 103-101/95) \*

TAMICES (mm)	% PASA
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	
2	100,0
0,4	99,6
0,08	98,9

**GRANULOMETRIA DE SUELOS**



PROCEDENCIA: SONDEO 1. MUESTRA ALTERADA A 12 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: MARGAS GRISES SIN GRUESOS

Nº MUESTRA: G 2060

Director y Responsable de Ensayos

Córdoba, septiembre de 2019

Fdo.: xxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, P.I. Las Quemadas, 14014 - Córdoba

Teléfono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



**ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE**

**UNE 103-400-93\***

MUESTRA Nº: G 2060

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA, JAÉN.

TIPO DE MATERIAL: MARGAS GRISES SIN GRUESOS,

MUESTRA TOMADA EN S-1 A 12,00 M

Resistencia a compresión simple	<b>2,74 Kg/cm<sup>2</sup></b>
---------------------------------	-------------------------------

Densidad de la probeta (g/cm<sup>3</sup>): 1,55

Humedad probeta %: 23,7

Esquema de rotura:



Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo.: xxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Ramos Bejarano, nº 118-C, nave nº 5, P.I. Las Quemadas, CP: 14014 Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 - Teléfono móvil: 679 39 52 33 y 657 669 304



**ENSAYO DE SUELOS**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Carbonatos (UNE 103200:93)	PROCTOR N (UNE 103-500:94)			Lambe * (UNE103600)	CONTENIDO EN * (NLT) 114-UNE103201- UNE103.204	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72
E.L. UNE 103103:94	38,5	E.A.	D.M.	H.O.	Compresion S* UNE103400	Contenido en Sales Solubles	U.S.C.S. * CL
L.P. UNE 103104:93	17,6	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)			Densidad Seca* UNE 103300:93	SO4(mg/k)*	H.R.B. * A-6
I.P.	20,9				% Humedad UNE 103300:93	M. Orgánica *	I.G. * 15.00

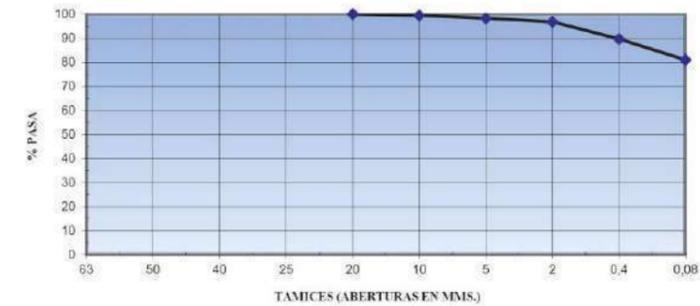
PELICIONARIO: AIMA INGENIERÍA

OBRA: AGRUPACION DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

GRANULOMETRIA (UNE 103-101/95) \*

TAMICES (mm)	% PASA
63	
50	
40	
25	
20	100,0
10	99,5
5	98,3
2	96,8
0,4	89,7
0,08	81,0

**GRANULOMETRIA DE SUELOS**



PROCEDENCIA: SONDEO 2, MUESTRA INALTERADA DE 2,40 A 3,00 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS  
 MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS  
 CALIZAS

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: xxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



TecniSondeos, S.C.A. - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, P.I. Las Quemadas, 14014, Córdoba

Telefono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecniSondeos@gmail.com



**ENSAYOS DE SUELOS/ZAHORRAS (UNE 103-300/93)**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite

Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio

<b>NUMERO DE MUESTRA:</b>	G 2060
<b>OBRA:</b>	AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
<b>MUESTRA:</b>	S-2 M.I. DE 2,40 A 3,00 METROS. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS
<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA S/N UNE-103-300:93</b>	
<b>% HUMEDAD</b>	18,45

Observaciones:

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: xxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



**PARÁMETROS DE SUELO**

<b>Nº DE REGISTRO:</b>	G 2060
<b>OBRA:</b>	AGRUPACION DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
<b>MUESTRA:</b>	S-2 M.I. DE 2,40 A 3,00 M. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PESPEC. PARTICULAS:</b>	2,51
	<b>HUMEDAD INICIAL (%):</b>	18,45
	<b>SATURACIÓN INICIAL (%):</b>	75,65
	<b>DENS. SECA (g/cm³):</b>	1,56
	<b>DENS. APARENTE (g/cm³):</b>	1,84
	<b>DENS. SUMERGIDA (g/cm³):</b>	0,94
	<b>DENS. SATURADA (g/cm³):</b>	1,94
	<b>IND. DE POROS INICIAL(e):</b>	0,61
	<b>POROSIDAD(e):</b>	0,38

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: xxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



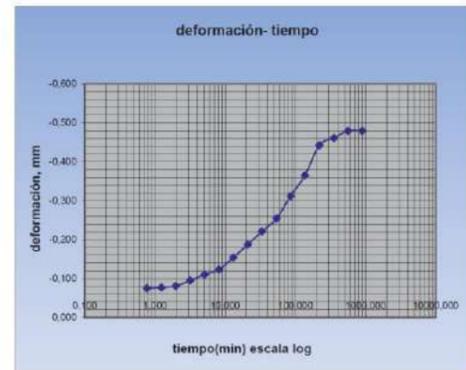


**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (UNE 103601:96)\***

**Nº DE REGISTRO:** G 2060  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**MUESTRA:** S-2. M.I. DE 2,40 A 3,00 M. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS

<b>Datos de la probeta</b>	Diámetro (cm):	5,05	Área (cm <sup>2</sup> ):	20,03
	Altura (cm):	2	Volumen (cm <sup>3</sup> ):	40,05
<b>Parámetros:</b>	P.ESPEC. PARTICULAS:	2,51	HUMEDAD FINAL (%):	24,29
	HUMEDAD INICIAL (%):	18,45	SATURACIÓN FINAL(%):	79,09
	SATURACIÓN INICIAL (%):	76,11	IND DE POROS FINAL(e <sub>p</sub> ):	0,77
	DENS. SECA (g/cm <sup>3</sup> ):	1,56		
	DENS. APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ):	1,85		
	DENS. SUMERGIDA (g/cm <sup>3</sup> ):	0,94		
	DENS. SATURADA (g/cm <sup>3</sup> ):	1,94		
	IND DE POROS INICIAL(e <sub>i</sub> ):	0,61		
	POROSIDAD(a):	0,38		

Carga, Kg	0,25
Kg/cm <sup>2</sup>	0,105263158
deform. mm	tiempo, min
-0,075	0,767
-0,077	1,233
-0,081	1,983
-0,095	3,183
-0,110	5,100
-0,123	8,167
-0,154	13,083
-0,187	20,933
-0,221	33,500
-0,254	53,600
-0,312	85,750
-0,365	137,217
-0,442	219,550
-0,461	355,267
-0,479	562,033
-0,479	880,267
Ultimo va	-0,479
Altura fin	20,404 mm
% Hinch	-2,02 expansivo



Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



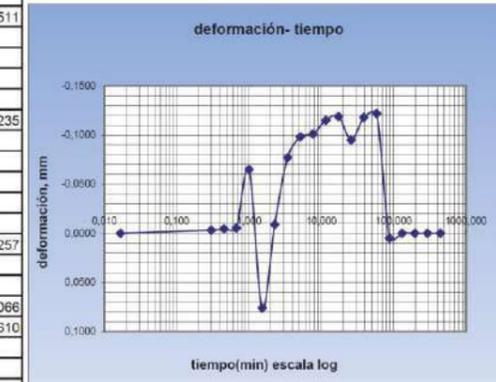
**CÁLCULO DE PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.602:1996\***

**Nº DE REGISTRO:** G 2060  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**MUESTRA:** S-2. M.I. DE 2,40 A 3,00 M. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS

<b>DATOS DE LA PROBETA:</b>	DIAMETRO (CM):	5,05	AREA (CM <sup>2</sup> ):	20,03
	ALTURA (CM):	2	VOLUMEN (CM <sup>3</sup> ):	40,05

PRESION DE HINCHAMIENTO 36,1 KPA

deformación, mm	tiempo, min	PRESIÓN KG/CM2
0,0000	0,017	0,0511
-0,0033	0,300	
-0,0045	0,450	
-0,0055	0,667	
-0,0650	1,000	
0,0760	1,517	0,1235
-0,0088	2,267	
-0,0770	3,417	
-0,0980	5,117	
-0,1010	7,683	
-0,1150	11,517	
-0,1190	17,283	0,2257
-0,0950	25,933	
-0,1180	38,917	
-0,1220	56,383	0,3066
0,0050	87,567	0,3610
0,0000	131,367	
0,0000	197,050	
0,0000	295,567	
0,0000	443,367	
-0,077		
Ultimo valor	0	
Altura final	20 mm	



Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103401:98)**

Nº DE REGISTRO:	G 2080 - AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
MUESTRA:	S-2 DE 2,40 A 3,00 METRO. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALZAS
TIPO DE ENSAYO:	CD-CONSOLIDADO-DRENADO

DATOS DE LA PROBETA:	1	2	3
DIAMETRO (CM)	5	5	5
ALTURA (CM)	3	3	3
ÁREA (CM <sup>2</sup> )	19,63	19,63	19,63
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> )	58,9	58,9	58,9

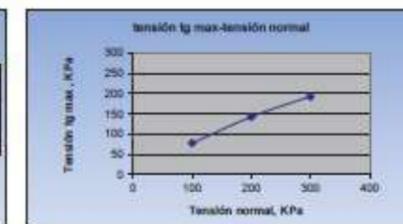
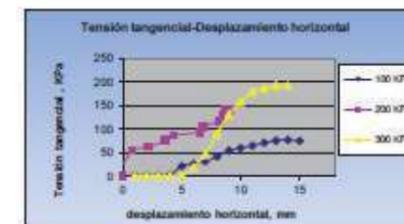
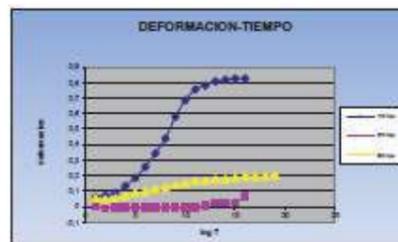
  

PARÁMETROS:	1	2	3
PESO ESPECÍFICO PARTICULAS	2,51	2,51	2,51
HUMEDAD INICIAL (%)	18,45	18,45	18,54
HUMEDAD FINAL (%)	21,38	21,38	21,38
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1,56	1,56	1,56
DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	1,83	1,83	1,83
DENSIDAD SATURADA (g/cm <sup>3</sup> )	1,83	1,83	1,83
DENSIDAD SUMERGIDA (g/cm <sup>3</sup> )	0,93	0,93	0,93
POROSIDAD:	0,38	0,38	0,38

TENSIONES:	1	2	3
TENSIÓN NORMAL (Kpa)	100	200	300
TENSIÓN TANGENCIAL (Kpa)	77,29	142,51	193,24
TENSIÓN RESIDUAL (Kpa)	74,88	140,80	192,03

0,004 mm/min



**RESULTADOS:**

COHESIÓN (Kpa):	15,115
ÁNGULO DE ROZ. INTERNO*:	23,20°

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



TecniSondeos, SCA - Calle Gabriel Ferrás Dejaros, 118-C, nave 5, Pt. Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 24 96 99 - E-Mail: comercial.tecniSondeos@gmail.com



### ENSAYO DE SUELOS

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

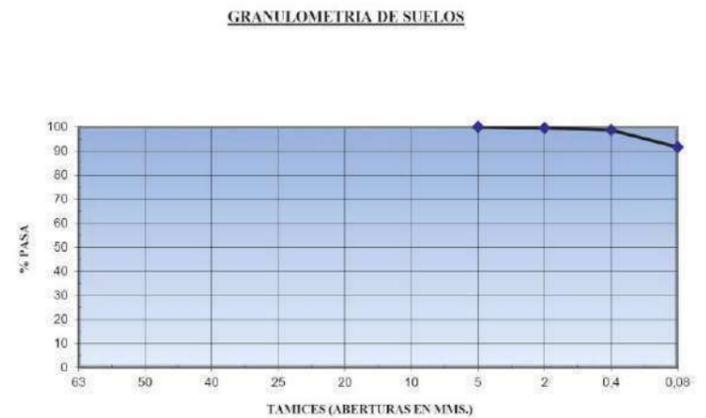
LÍMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)		Carbonatos (UNE 103200:93)	PROCTOR N (UNE 103-500-94)			Lambe * (UNE103600)	CONTENIDO EN * (N.L.T. 114-UNE103201- UNE 103 204)	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72	
L.L. UNE 103103:94	57,9	E.A.	D.M.	H.O.	Compresión S* UNE103.400	Contenido en Sales Solubles	U.S.C.S. *	CH	
I.P. UNE 103104:93	24,8				Densidad Seca* 1.590	SO4(mg/kg)*	H.R.B. *	A-7-6	
I.P. 33.1		Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)			% Humedad UNE 103300:93	19,46	M. Orgánica *	I.G. *	34.00

PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

GRANULOMETRIA (UNE 103-101/95) \*

TAMICES (mm)	% PASA
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	100,0
2	99,6
0,4	98,7
0,08	91,6



PROCEDENCIA: SONDEO 2. MUESTRA INALTERADA DE 6.0 A 6.60 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISES CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL N° MUESTRA: G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C. nave 5. P.Las Quemadas, 14014 - Córdoba

Telefono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



### ENSAYOS DE SUELOS/ZAHORRAS (UNE 103-300/93)

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite

Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio

NUMERO DE MUESTRA: G 2060  
 OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
 MUESTRA: S-2 ML. DE 6,00 A 6,60 METROS. ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISES CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA S/N UNE-103-300:93

% HUMEDAD	19,46
-----------	-------

Observaciones:

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C. nave 5. P.Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Telefono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



**PARÁMETROS DE SUELO**

Nº DE REGISTRO:	G 2060
OBRA:	AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
MUESTRA:	S-2 M.I. DE 6,0 A 6,60 M. ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISAS CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL

PARÁMETROS	PESPEC. PARTICULAS:	2,58
	HUMEDAD INICIAL (%):	19,46
	SATURACIÓN INICIAL (%):	80,12
	DENS. SECA (g/cm <sup>3</sup> ):	1,59
	DENS. APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ):	1,89
	DENS. SUMERGIDA (g/cm <sup>3</sup> ):	0,97
	DENS. SATURADA (g/cm <sup>3</sup> ):	1,97
	ÍND DE POROS INICIAL(e <sub>i</sub> ):	0,63
	POROSIDAD(w):	0,30

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Fdo: XXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejanno, 118-C, nave 5, P.Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



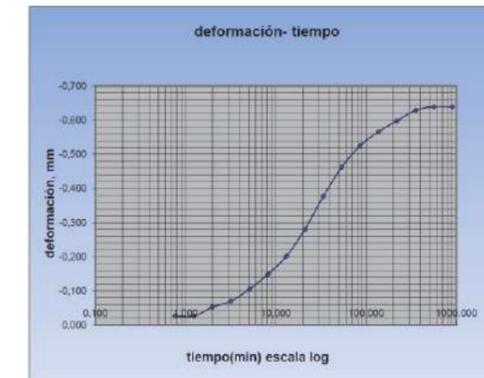
**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (UNE 103601:96)\***

Nº DE REGISTRO:	G 2060
OBRA:	AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
MUESTRA:	S-2 M.I. DE 6,00 A 6,60 M. ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISAS CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL

Datos de la probeta	Diametro	5,05	Área (cm <sup>2</sup> )	20,03
	Altura (cm)	2	Volumen (cm <sup>3</sup> ):	40,05

Parámetros:	PESPEC. PARTICULAS:	2,58	HUMEDAD FINAL (%):	25,88
	HUMEDAD INICIAL (%):	19,46	SATURACIÓN FINAL (%):	76,24
	SATURACIÓN INICIAL (%):	75,10	ÍND DE POROS FINAL(e <sub>f</sub> ):	0,88
	DENS. SECA (g/cm <sup>3</sup> ):	1,59		
	DENS. APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ):	1,89		
	DENS. SUMERGIDA (g/cm <sup>3</sup> ):	0,97		
	DENS. SATURADA (g/cm <sup>3</sup> ):	1,97		
	ÍND DE POROS INICIAL(e <sub>i</sub> ):	0,63		
	POROSIDAD(w):	0,39		

Carga, Kg	0,25
Kg /cm <sup>2</sup>	0,105263158
deform, mm	tiempo, min
-0,0263	0,767
-0,0263	1,233
-0,0526	1,983
-0,0701	3,183
-0,1051	5,100
-0,1489	8,167
-0,2015	13,083
-0,2803	20,933
-0,3766	33,500
-0,4620	53,600
-0,5250	85,750
-0,5660	137,217
-0,5980	219,550
-0,6290	355,267
-0,6390	562,033
-0,6390	899,267
Ultimo va	-0,6390
Altura fin	20,6127 mm
% Hinch.	-3,0635 expansivo



Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejanno, 118-C, nave 5, P.Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



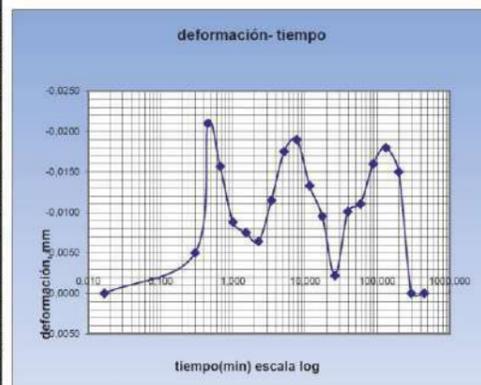
**CÁLCULO DE PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.602:1996\***

**Nº DE REGISTRO:** G 2060  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**MUESTRA:** S-2 M.I. DE 6,00 A 6,80 METROS. ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISAS CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL.

**DATOS DE LA PROBETA:** DIAMETRO (CM): 5,05      ÁREA (CM<sup>2</sup>): 20,03  
 ALTURA (CM): 2      VOLUMEN (CM<sup>3</sup>): 40,05

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO: 46,2 KPA

	deformación, mm	tiempo, min	PRESIÓN KG/CM2
	0,0000	0,017	0,057
	-0,0050	0,300	0,099
	-0,0210	0,450	0,136
	-0,0157	0,667	
	-0,0088	1,000	
	-0,0075	1,517	
	-0,0064	2,267	
	-0,0115	3,417	
	-0,0175	5,117	
	-0,0190	7,683	0,201
	-0,0133	11,617	
	-0,0095	17,283	
	-0,0022	25,933	
	-0,0101	38,917	
	-0,0111	58,383	
	-0,0160	87,567	0,342
	-0,0180	131,367	0,462
	-0,0150	197,050	
	0,0000	295,567	
	0,0000	443,367	
Ultimo valor	0		
Altura final	20 mm		



Córdoba, septiembre de 2019.

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma

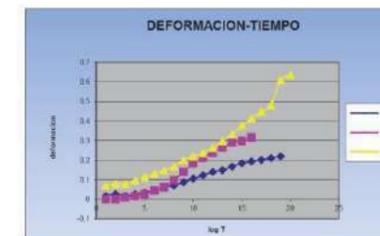
Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Telefono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com

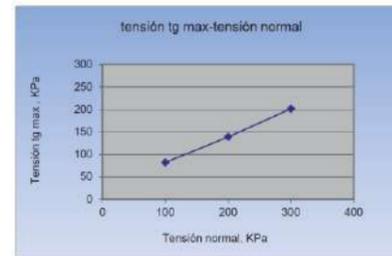
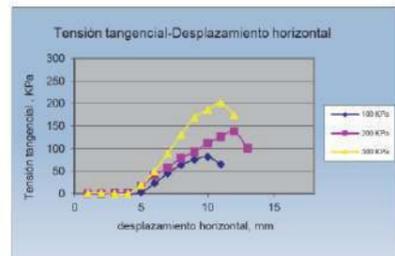


**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103401:98)**

**Nº DE REGISTRO:** G 2060. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA. JAÉN  
**MUESTRA:** S-2. M.I. DE 6,0 A 6,40 M. ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISAS CON GRAVILLAS CALIZAS Y CAL.  
**TIPO DE ENSAYO:** CD- CONSOLIDADO-DRENADO

DATOS DE LA PROBETA:	1	2	3
DIAMETRO (CM):	5	5	5
ALTURA (CM):	3	3	3
ÁREA (CM <sup>2</sup> ):	19,63	19,63	19,63
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> ):	58,9	58,9	58,9
PARÁMETROS:	1	2	3
PESO ESPECIFICO PARTICULAS	2,58	2,58	2,58
HUMEDAD INICIAL (%):	10,46	10,46	10,46
HUMEDAD FINAL (%):	24,12	24,12	21,15
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ):	1,59	1,59	1,59
DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ):	1,80	1,80	1,80
DENSIDAD SATURADA (g/cm <sup>3</sup> ):	1,97	1,97	1,97
DENSIDAD SUMERGIDA (g/cm <sup>3</sup> ):	0,97	0,97	0,97
POROSIDAD:	0,39	0,39	0,39
TENSIONES:	1	2	3
TENSIÓN NORMAL (Kpa):	100	200	300
TENSIÓN TANGENCIAL (Kpa):	81,85	138,91	201,42
TENSIÓN RESIDUAL (Kpa):	65,48	101,22	174,52





**RESULTADOS:**

COHESIÓN (Kpa):	20,133
ÁNGULO DE ROZ. INTERNO(°):	24,76°

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma

Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



**ENSAYO DE SUELOS**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LÍMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)		Carbonatos (UNE 103200:93)		PROCTOR N (UNE 103-500:94)		Lambe <sup>a</sup> (UNE103600)	CONTENIDO EN <sup>a</sup> (NLT 114-UNE103201-UNE103.204)	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72	
L.L. UNE 103103:94	66,1	E.A.		D.M.	H.O.	Compresión S* UNE103.400	Contenido en Yeso (NLT 115-99)	U.S.C.S. <sup>a</sup>	CH
L.P. UNE 103104:93	29,2					Densidad Seca* UNE 103300:93	SO4(mg/k)*	H.R.B. <sup>a</sup>	A-7-6
I.P.	36,9	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)				% Humedad UNE 103300:93	M. Orgánica <sup>a</sup>	I.G. <sup>a</sup>	44,00

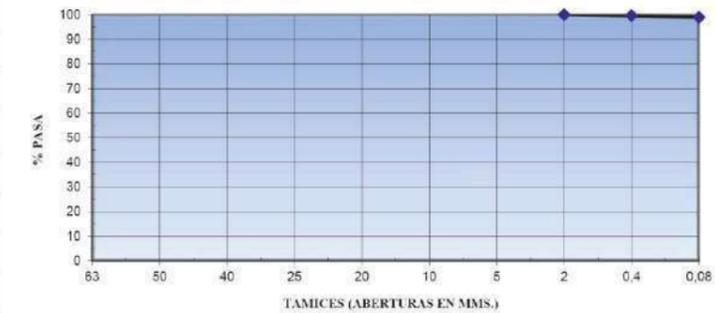
PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

**GRANULOMETRÍA (UNE 103-101/95) <sup>a</sup>**

TAMICES (mm)	% PASA
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	
2	100,0
0,4	99,6
0,08	98,9

**GRANULOMETRÍA DE SUELOS**



PROCEDECENCIA: SONDEO 2, MUESTRA ALTERADA A 11 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: MARGAS GRISES SIN GRUESOS

Nº MUESTRA: G 2060

Director y Responsable de Ensayos

Fdo XXXXXXXXXXXXXXXX

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma

Córdoba, septiembre de 2019



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 Córdoba

Teléfono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



**ENSAYO DE AGUAS**

**MUESTRA Nº:** G 2060

**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERÍA

**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R EN ESCAÑUELA. JAÉN

**REFERENCIA:** SONDEO 1 A 4,00 M. MUESTRA TOMADA POR PERSONAL LABORATORIO.

*ESTE INFORME CONTIENE 2 PAGINAS*



**(UNE 83955:2008) ENSAYOS DE AGUA SEGÚN EHE**

**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERÍA

**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R EN ESCAÑUELA. JAÉN

**MUESTRA:** AGUA FREÁTICA TOMA EN EL SR-1. NF: -4,00M

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN			
		ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE	
		Qa	Qb	Qc	
AGUA	PH	7,52	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
	CO <sub>2</sub> agresivo (mg CO <sub>2</sub> /l)	0,883	15-40	40-100	>100
	Ión amonio NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	11,87	15-30	30-60	>60
	Ión magnesio Mg <sup>2+</sup> (mg Mg <sup>2+</sup> /l)	11,102	300-1000	1000-3000	>3000
	Ión sulfato SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	185,10	200-600	600-3000	>3000
	Residuo seco (mg/l)	175,15	75-150	50-75	<50
	Cloruros (mg/l)		* Según la EHE el valor debe ser menor de 3gr/l		

Córdoba, septiembre 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo.: xxxxxxxxxxxxxxxx  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma





**PARTE DE ENSAYO LEFRANC**

Referencia trabajo: G 2050 Cliente: AIMA INGENIERIA  
 Obra: AGRUPACION DE VERTIDOS Y EDAR EN ESCAÑUELA (JAEN).

Sondeo: S-1 Profundidad: 3,00 M

Diámetro cavidad (Ø)	0,025 m
Altura cavidad (L)	0,50 m
Prof. N.P. respecto a boca embudo (H)	0 m
Altura de la lámina de agua sobre la sonda (H <sub>0</sub> )	0 m
Diámetro revestimiento (Ø)	0,025 m
Prof. Cavidad (H)	3,00 m

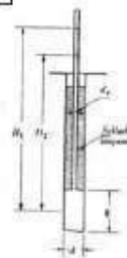


**ENSAYO LEFRANC CON CARGA CONSTANTE**

Tiempo (min)	Lectura (m <sup>3</sup> )	Caudales parciales (m <sup>3</sup> /s)	Caudal medio aportado régimen estacionario (m <sup>3</sup> /s)	Coefficiente de toma (m <sup>3</sup> )	Permeabilidad k (m/s)
0					
1					
2					
3					
4					
5					
8					
7					
8					
10					
15					
20					
25					
30					

**ENSAYO LEFRANC CON CARGA VARIABLE**

Tiempo (min)	Descanso (s)	M (seg)	h (m)	Permeabilidad k (m/s)	Permeabilidad media (m/s)
5	0,40	300	1,25	2,2000E-08	3,50E-07
10	0,35	300	1,20	1,6000E-07	
15	0,29	300	1,14	7,6000E-08	
20	0,25	300	1,10	1,1000E-07	
25	0,18	300	1,09	2,7000E-07	
30	0,18	300	1,09	7,7000E-08	



Cordoba a Septiembre de 2019

EL TECNICO:

D. XXXXXXXXXXXX

Consta la firma



**APÉNDICE 4.B. Ensayos de laboratorio en calicatas**



### ENSAYO DE SUELOS

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Yesos (UNE 103200:93)	PROCTOR M (UNE 103-501-94)	C.B.R.* (UNE 103-502:95)	CONTENIDO EN* (NLT 114-UNE103201- UNE103.204)	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72	
L.L. UNE 103103:94	39,2	D.M.	H.O.	Al 100%	5,0	
L.P. UNE 103104:93	18,3	1,85	19,3	Al 95%	3,4	
I.P.	20,9	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	% Hinchamiento	0,41	M. Organica *	0,40%
					I.G. *	19,00

PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA  
 OBRA: AGRUPACION DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)



PROCEDENCIA: CALICATA 1. MUESTRA ALTERADA A 1,00 M DE PROFUNDIDAD  
 TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS  
 N° MUESTRA: G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: xxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba

Telefono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



### ENSAYOS DE SUELOS/ZAHORRAS (UNE 103-300/93)

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite

Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio

NUMERO DE MUESTRA:	G 2060
OBRA:	AGRUPACION DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
MUESTRA:	C-1 A 1,00 METROS. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS
<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA S/N UNE-103-300:93</b>	
<b>% HUMEDAD</b>	14,50

Observaciones:

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: xxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Telefono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



**PARÁMETROS DE SUELO**

Nº DE REGISTRO:	G 2060
OBRA:	AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
MUESTRA:	C-1 A 1,0 M. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS.

PARÁMETROS	PLASPEC. PARTICULAS:	2,51
	HUMEDAD INICIAL (%):	14,50
	SATURACIÓN INICIAL (%):	60,05
	DENS. SECA (g/cm³):	1,56
	DENS. APARENTE (g/cm³):	1,70
	DENS. SUMERGIDA (g/cm³):	0,94
	DENS. SATURADA (g/cm³):	1,94
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (e <sub>i</sub> ):	0,61
	POROSIDAD (n):	0,38

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Fdo: XXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



**ENSAYO DE COLAPSO EN SUELOS UNE 103406:2006**

Nº DE REGISTRO:	G 2060
OBRA:	AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
MUESTRA:	C-1 A 1,0 M. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS

DATOS DE LA PROBETA:	DIÁMETRO (CM):	5,05	ÁREA (CM²):	20,03
	ALTURA (CM):	2	VOLUMEN (CM³):	40,05
PARÁMETROS:	PESO ESPECÍFICO PARTICULAS:	2,51		
	HUMEDAD INICIAL (%):	14,50		
	HUMEDAD FINAL (%):	20,36		
	SATURACIÓN INICIAL (%):	60,05		
	SATURACIÓN FINAL (%):	90,32		
	DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,56		
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (e <sub>i</sub> ):	0,61		
	ÍNDICE DE POROS FINAL (e <sub>f</sub> ):	0,57		
POROSIDAD (n):	0,38			

CARGA (Kg/cm²)	TIEMPO (min)	DEFORMACIÓN (mm)
0,08421	2,267	0,026
0,21053	0,300	0,0351
0,42105	38,917	0,0791
2,10526	87,567	0,3338 (d <sub>i</sub> )
2,526328 (inundado)	562,033	0,5007 (d <sub>f</sub> )

ALTURA INICIAL DE LA PROBETA (mm)	20
DEFORMACIÓN INICIAL (d <sub>i</sub> )	0
DEFORMACIÓN EN EQUILIBRIO (d <sub>i</sub> )	0,3338
DEFORMACIÓN FINAL (d <sub>f</sub> )	0,5007
<b>ÍNDICE DE COLAPSO (I)</b>	<b>0,8345</b>
<b>POTENCIAL POTENCIAL DE COLAPSO (I<sub>c</sub>)</b>	<b>0,8487</b>

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



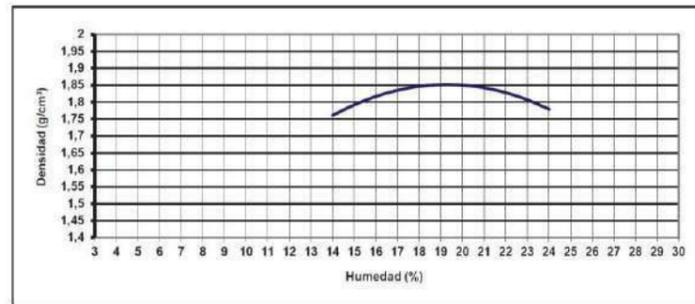
Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 - Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO, s/n UNE 103-501:94**

**Nº MUESTRA:** G 2060  
**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERÍA  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**PROCEDENCIA MATERIAL:** C-1 A 1,00 M  
**DESCRIPCION MATERIAL:** ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS



DENSIDAD MAXIMA (g/cm³)	1,85
HUMEDAD OPTIMA (%)	19,3

Contenido de gruesos (%): 0,0

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

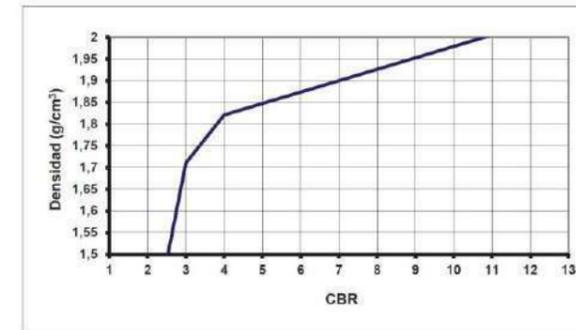
Fdo: XXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



**ENSAYO C.B.R. EN LABORATORIO, s/n UNE - 103.502/95 \***

**Nº MUESTRA:** G 2060  
**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERÍA  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**PROCEDENCIA:** C-1 A 1,00 M  
**MATERIAL:** ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS



100% = 5,0  
 95% = 3,4

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Nº capas	Nº golpes	Energía de compactación (% Proctor)	Indice C.B.R.	Densidad seca (g/cm³)	Absorción (%)	Humedad (%)	Hinchamiento (%)
5	15	25	3,0	1,71	1,69	19,30	0,73
	30	50	3,2	1,80	1,63	19,30	0,57
	60	100	5,0	1,85	1,51	19,36	0,41

Sobrecarga empleada (kg):	5,60
Contenido de gruesos (%):	0,0%
Restitución de gruesos:	NO

PM	Densidad Máxima (g/cm³)	1,85
	Humedad Óptima (g/cm³)	19,3

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



**ENSAYO DE SUELOS**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Yesos (UNE 103200:93)	PROCTOR M (UNE 103-501:94)	C.B.R.* (UNE 103-502:95)	CONTENIDO EN* (NLT 114-UNE103201- UNE103.204)	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72
L.L. UNE 103103:94 38,6		D.M. H.O.	AI 100%	Contenido en Sales Solubles 0,21	U.S.C.S.* CL
L.P. UNE 103104:93 17,9			AI 95%	SO4(mg/k)*	H.R.B.* A-6
L.P. 20,7	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	% Hinchamiento	M. Orgánica* 0,38%	I.G.* 18,00	

PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

TAMICES (mm)	% PASA
63	
50	
40	
25	
20	100,0
10	99,8
5	97,5
2	96,7
0,4	94,3
0,08	89,2

GRANULOMETRIA DE SUELOS

PROCEDENCIA: CALICATA 2. MUESTRA ALTERADA A 2,00 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS  
 MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS  
 CALIZAS

Nº MUESTRA: G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas  
 Consta la firma

TECNISONDEOS  
 GEOTECNIA Y SONDEOS  
 Tel: 957 746 699 - 676 766 233  
 C/ Gabriel Ramos Bejarano, 118 - C. Nave 5  
 Pol. Las Quemadas - Córdoba  
 NIF: F - 14972442

Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Telefono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com

**ENSAYO DE SUELOS**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Yesos (UNE 103200:93)	PROCTOR M (UNE 103-501:94)	C.B.R.* (UNE 103-502:95)	CONTENIDO EN* (NLT 114-UNE103201- UNE103.204)	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72
L.L. UNE 103103:94 38,1		D.M. H.O.	AI 100%	Contenido en Sales Solubles 0,15	U.S.C.S.* CL
L.P. UNE 103104:93 17,8		1,84 18,0	AI 95%	SO4(mg/k)*	H.R.B.* A-6
L.P. 20,3	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	% Hinchamiento	M. Orgánica* 0,47%	I.G.* 18,00	

PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA

OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

TAMICES (mm)	% PASA
63	
50	
40	
25	
20	100,0
10	99,6
5	98,3
2	96,2
0,4	90,8
0,08	86,9

GRANULOMETRIA DE SUELOS

PROCEDENCIA: CALICATA 3. MUESTRA ALTERADA A 1,00 M DE PROFUNDIDAD

TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS  
 MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS  
 CALIZAS

Nº MUESTRA: G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas  
 Consta la firma

TECNISONDEOS  
 GEOTECNIA Y SONDEOS  
 Tel: 957 746 699 - 676 766 233  
 C/ Gabriel Ramos Bejarano, 118 - C. Nave 5  
 Pol. Las Quemadas - Córdoba  
 NIF: F - 14972442

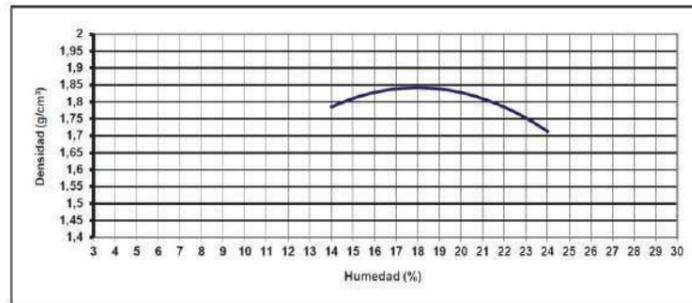
Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Telefono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite.  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio.

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO, s/n UNE 103-501:94**

**Nº MUESTRA:** G 2060  
**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERÍA  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**PROCEDENCIA MATERIAL:** C-3 A 1,00 M  
**DESCRIPCION MATERIAL:** ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS



DENSIDAD MAXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1,84
HUMEDAD OPTIMA (%)	18,0

Contenido de gruesos (%): 0,0

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

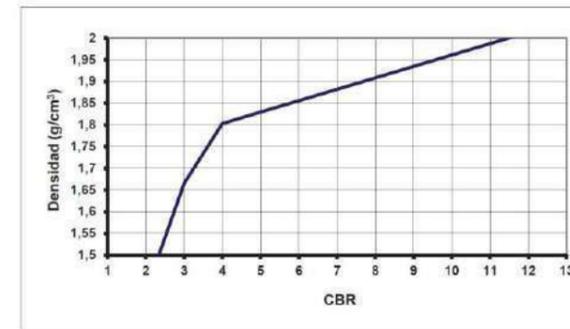
Consta la firma

Córdoba, septiembre de 2019



**ENSAYO C.B.R. EN LABORATORIO, s/n UNE - 103.502/95 \***

**Nº MUESTRA:** G 2060  
**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERÍA  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**PROCEDENCIA:** C-3 A 1,00 M  
**MATERIAL:** ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS



100% = 5,4  
 95% = 3,7

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Nº capas	Nº golpes	Energía de compactación (% Próctor)	Indice C.B.R.	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Absorción (%)	Humedad (%)	Hinchamiento (%)
5	15	25	3,1	1,69	1,61	18,00	0,68
	30	50	3,5	1,79	1,51	18,00	0,52
	60	100	5,4	1,84	1,43	18,00	0,39

Sobrecarga empleada (kg):	5,60
Contenido de gruesos (%):	0,0%
Restitución de gruesos:	NO

PM	Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1,84
	Humedad Óptima (g/cm <sup>3</sup> )	18,0

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma





### ENSAYO DE SUELOS

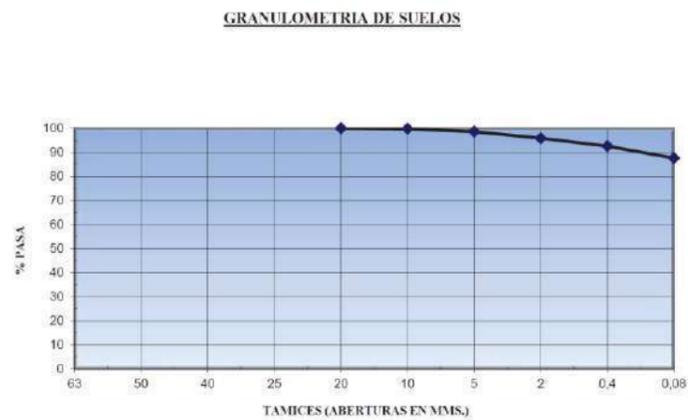
Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

LIMITES ATTERBERG (UNE 103-103/104)	Yesos (UNE 103200-93)	PROCTOR M (UNE 103-501-94)	C.B.R.* (UNE 103-502-95)		CONTENIDO EN* (N.L.I 114-UNE103201- UNE103.204)	*CLASIFICACION ASTM D-2487- PEE72
I.L. UNE 103103-94	39,2	D.M.	H.O.	AI 100%	5,2	Contenido en Sales Solubles 0,17 U.S.C.S.* CL
I.P. UNE 103104-93	16,9	1,87	18,2	AI 95%	3,5	SO4(mg/kg)* H.R.B.* A-6
I.P. UNE 103104-93	22,3	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	% Hinchamiento	0,43	ML Orgánica* 0,41%	I.G.* 19,00

PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA  
 OBRA: AGRUPACION DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

GRANULOMETRIA (UNE  
103-101/95)\*

TAMICES (mm)	% PASA
63	
50	
40	
25	
20	100,0
10	99,8
5	98,6
2	95,9
0,4	92,6
0,08	87,6



PROCEDECENCIA: CALICATA 4. MUESTRA ALTERADA A 2,00 M DE PROFUNDIDAD  
 TIPO DE MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS  
 N° MUESTRA: G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



TecniSondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5. P.Las Quemadas. 14014 - Córdoba

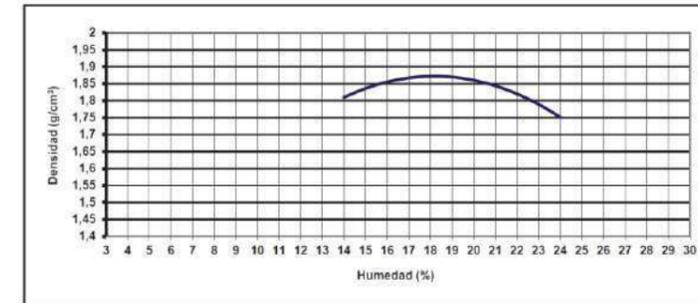
Teléfono Fijo: 957 74 96 99 E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio

### ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO, s/n UNE 103-501:94

N° MUESTRA: G 2060  
 PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA  
 OBRA: AGRUPACION DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
 PROCEDENCIA MATERIAL: C-4 A 2,00 M  
 DESCRIPCION MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS



DENSIDAD MAXIMA (g/cm³)	1,87
HUMEDAD OPTIMA (%)	18,2

Contenido de gruesos (%): 0,0

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Ingeniero Técnico de Minas

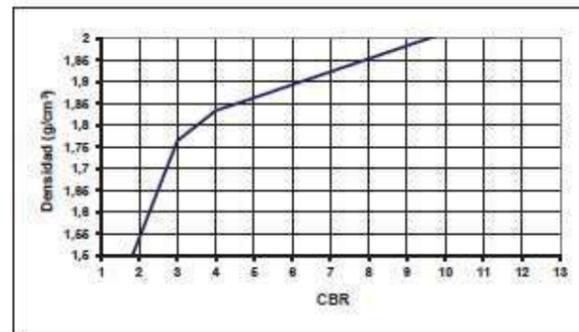
Consta la firma





**ENSAYO C.B.R. EN LABORATORIO, s/n UNE - 103.502/95 \***

**Nº MUESTRA:** G 2060  
**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERIA  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**PROCEDENCIA:** C-3 A 1,00 M  
**MATERIAL:** ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS



**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Nº capas	Nº golpes	Energía de compactación (% Próctor)	Índice C.B.R.	Densidad seca (g/cm³)	Absorción (%)	Humedad (%)	Hinchamiento (%)
5	15	25	2,8	1,72	1,71	18,20	0,72
	30	50	3,2	1,81	1,58	18,20	0,59
	60	100	5,2	1,87	1,51	18,20	0,43

Sobrecarga empleada (kg):	5,60
Contenido de gruesos (%):	0,0%
Restitución de gruesos:	NO

PM	Densidad Máxima (g/cm³)	1,87
	Humedad Óptima (g/cm³)	18,2

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Fdo.: XXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



**ENSAYO DE SUELOS**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que lo solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio  
 Informe simplificado, la información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente que lo solicite

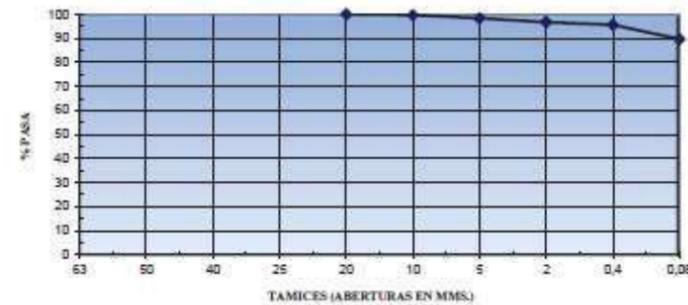
LÍMITES ATTERBERG	Yeso (UNE 103280-93)	PROCTOR M (UNE 103-501-94)	C.B.R.* (UNE 103-502-95)		CONTENIDO EN* (N.L. 114-UNE103291-UNE103304)	*CLASIFICACIÓN ASTM D-2487-PEE72
L.L. (UNE 103303-94)	39,6	D.M.	H.O.	AI 100%	5,2	U.S.C.S.* CL
L.P. (UNE 103304-93)	18,1	1,86	19,9	AI 95%	3,2	HR.B.* A-6
L.P.	21,5	Índice Swenson-Gaulty (UNE 83962-2008)		% Hinchamiento	0,45	M. Orgánica* 0,52% IG.* 19,00

**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERIA  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)

**GRANULOMETRÍA (UNE 103-101-95)\***

TAMICES (mm)	% PASA
63	
50	
40	
25	
20	100,0
10	99,7
5	98,4
2	96,7
0,4	95,6
0,08	89,7

**GRANULOMETRÍA DE SUELOS**



**PROCEDENCIA:** CALICATA S. MUESTRA ALTERADA A 1,50 M DE PROFUNDIDAD

**TIPO DE MATERIAL:** ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS  
**Nº MUESTRA:** G 2060

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo.: XXXXXXXXXXXXX

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



TecniSondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, P.I. Las Quemadas, 14014 Córdoba

Teléfono Fijo: 957 74 96 99, E-Mail: comercial.tecniSondeos@gmail.com



**ENSAYOS DE SUELOS/ZAHORRAS (UNE 103-300/93)**

Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio

<b>NUMERO DE MUESTRA:</b>	G 2060
<b>OBRA:</b>	AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
<b>MUESTRA:</b>	C-5 A 1,50 METROS. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS

**DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA S/N UNE-103-300:93**

<b>% HUMEDAD</b>	15,90
------------------	-------

Observaciones:

Cordoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



**PARÁMETROS DE SUELO**

<b>Nº DE REGISTRO:</b>	G 2060
<b>OBRA:</b>	AGRUPACION DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)
<b>MUESTRA:</b>	C-5 A 1,50 M. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS

<b>PARÁMETROS</b>	PESPEC. PARTICULAS	2,51
	HUMEDAD INICIAL (%)	15,90
	SATURACIÓN INICIAL (%)	65,77
	DENS. SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1,56
	DENS. APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	1,81
	DENS. SUBMERGIDA (g/cm <sup>3</sup> )	0,94
	DENS. SATURADA (g/cm <sup>3</sup> )	1,94
	IND. DE POROS INICIAL(e <sub>s</sub> )	0,61
	POROSIDAD(e <sub>v</sub> )	0,38

Cordoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Fdo: XXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma





**ENSAYO DE COLAPSO EN SUELOS UNE 103406:2006**

Nº DE REGISTRO: G 2060  
 OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
 MUESTRA: C-5 A 1,50 M. ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS

<b>DATOS DE LA PROBETA:</b>	DIAMETRO (CM):	5,05	ÁREA (CM²):	20,03
	ALTURA (CM)	2	VOLUMEN (CM³):	40,05
<b>PARÁMETROS:</b>	PESO ESPECÍFICO PARTÍCULAS:	2,51		
	HUMEDAD INICIAL (%):	15,90		
	HUMEDAD FINAL (%):	21,45		
	SATURACIÓN INICIAL (%):	65,77		
	SATURACIÓN FINAL (%):	95,14		
	DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,56		
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (e <sub>i</sub> ):	0,61		
	ÍNDICE DE POROS FINAL (e <sub>f</sub> ):	0,57		
	POROSIDAD (n):	0,38		

CARGA (Kg/cm²)	TIEMPO (min)	DEFORMACIÓN (mm)	
0,08421	2,267	0,025	
0,21053	0,300	0,0348	
0,42105	38,917	0,0787	
2,10526	87,567	0,331	(d <sub>i</sub> )
2,526328 (inundado)	562,033	0,509	(d <sub>f</sub> )

ALTURA INICIAL DE LA PROBETA (mm)	20
DEFORMACIÓN INICIAL (d <sub>i</sub> )	0
DEFORMACIÓN EN EQUILIBRIO (d <sub>i</sub> )	0,3310
DEFORMACIÓN FINAL (d <sub>f</sub> )	0,5090
ÍNDICE DE COLAPSO (I)	0,7900
POTENCIAL POTENCIAL DE COLAPSO (I <sub>c</sub> )	0,7050

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



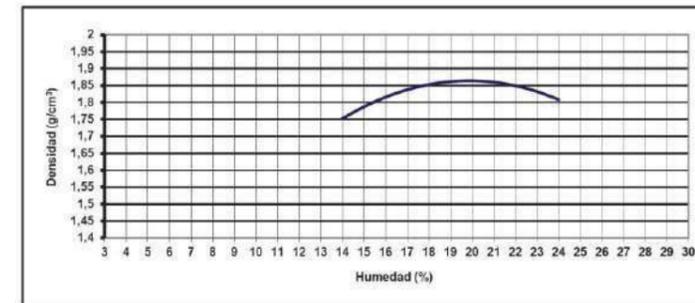
Tecnisondeos, SCA - Calle Gabriel Ramos Bejarano, 118-C, nave 5, Pl Las Quemadas, 14014 Córdoba  
 Teléfono Fijo: 957 74 96 99 - E-Mail: comercial.tecnisondeos@gmail.com



Los cálculos de la incertidumbre de medida están a disposición del cliente que los solicite  
 Los resultados obtenidos se corresponden solo con la muestra ensayada en el laboratorio

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO, s/n UNE 103-501:94**

Nº MUESTRA: G 2060  
 PETICIONARIO: AIMA INGENIERÍA  
 OBRA: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
 PROCEDENCIA MATERIAL: C-5 A 1,50 M  
 DESCRIPCION MATERIAL: ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS



DENSIDAD MAXIMA (g/cm³)	1,86
HUMEDAD OPTIMA (%)	19,9

Contenido de gruesos (%): 0,0

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos

Fdo: XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

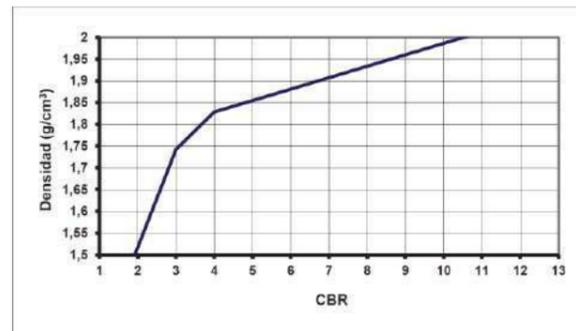
Consta la firma





**ENSAYO C.B.R. EN LABORATORIO, s/n UNE - 103.502/95 \***

**Nº MUESTRA:** G 2080  
**PETICIONARIO:** AIMA INGENIERÍA  
**OBRA:** AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. EN ESCAÑUELA (JAÉN)  
**PROCEDENCIA:** C-5A 1,60 M  
**MATERIAL:** ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRÁVILLAS CALIZAS



**100% = 5,2**  
**95% = 3,2**

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Nº capas	Nº golpes	Energía de compactación (% Próctor)	Índice C.B.R.	Densidad seca (g/cm³)	Absorción (%)	Humedad (%)	Hinchamiento (%)
5	15	25	2,9	1,72	1,70	19,90	0,78
	30	50	3,3	1,81	1,65	19,90	0,59
	60	100	5,2	1,86	1,54	19,90	0,45

Sobrecarga empleada (kg):	5,60
Contenido de gruesos (%):	0,0%
Restitución de gruesos:	NO

PM	Densidad Máxima (g/cm³)	1,86
	Humedad Óptima (g/cm³)	19,9

Córdoba, septiembre de 2019

Director y Responsable de Ensayos  
 Edo: XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Ingeniero Técnico de Minas

Consta la firma



## APÉNDICE 5. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## ZONA DE COLECTORES

## CATA 1



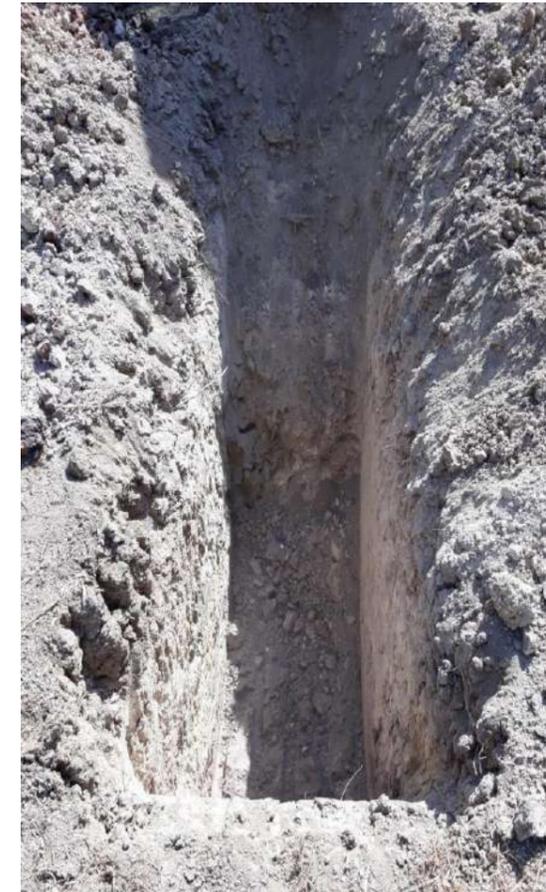
CATA 2



CATA 3

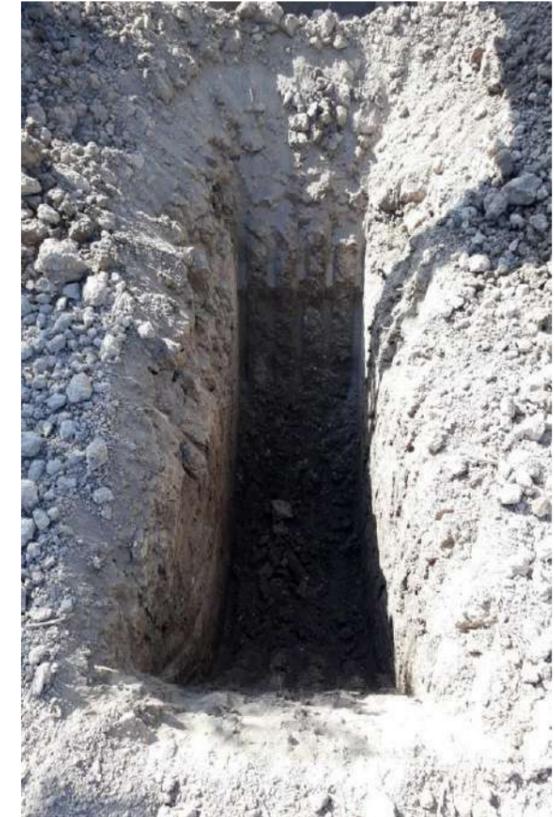


CATA 4



ZONA E.D.A.R.

CATA 5





PENETRO 1



PENETRO 2



PENETRO 3



PENETRO 4



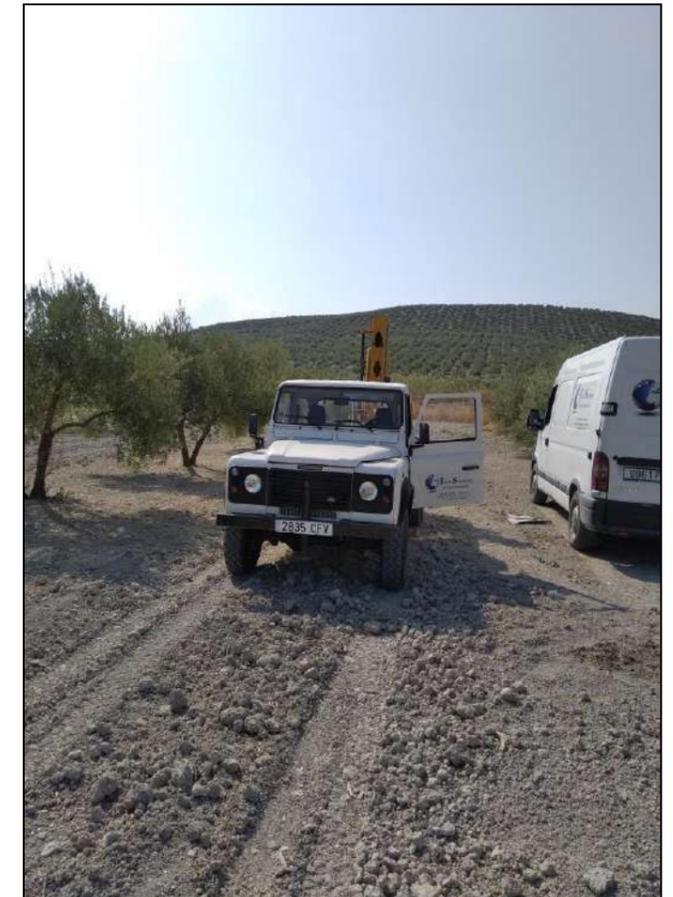
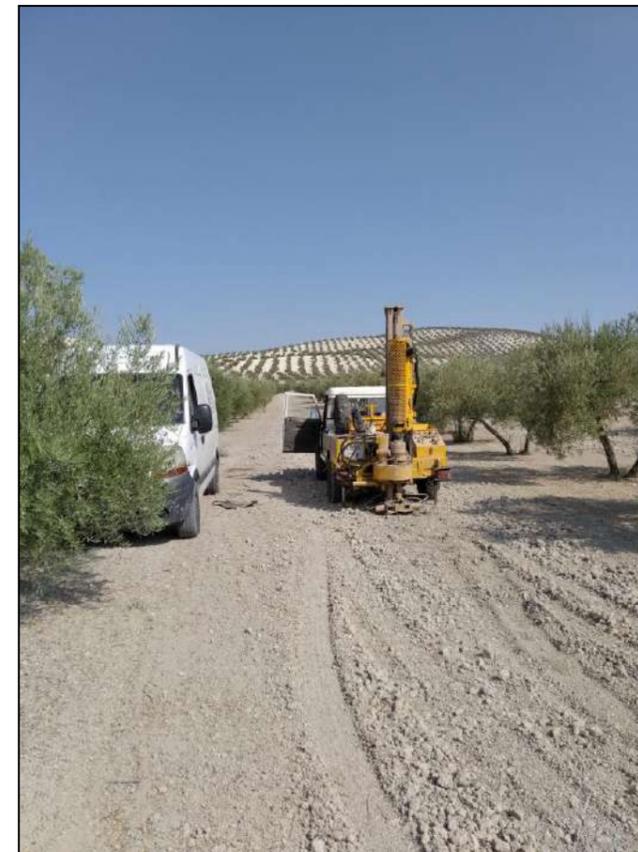
PENETRO 5



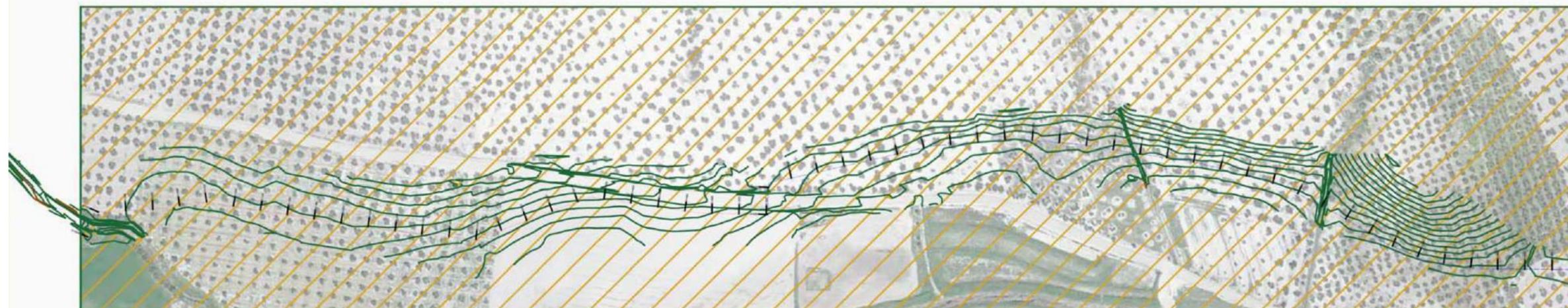
PENETRO 6

## SONDEO 1

## SONDEO 2

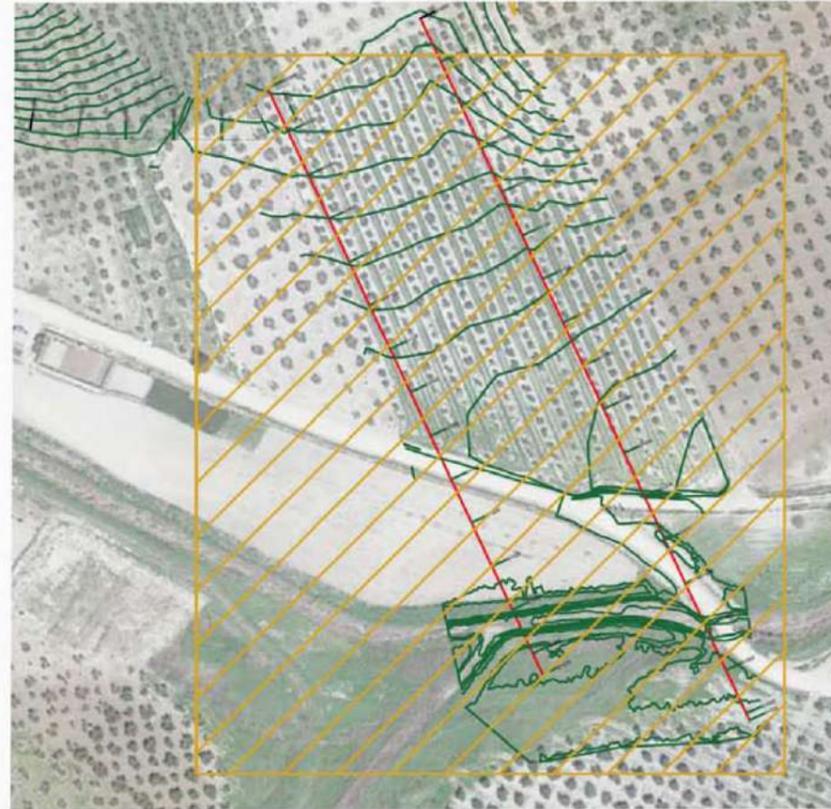


## APÉNDICE 6. PERFILES GEOTÉCNICOS



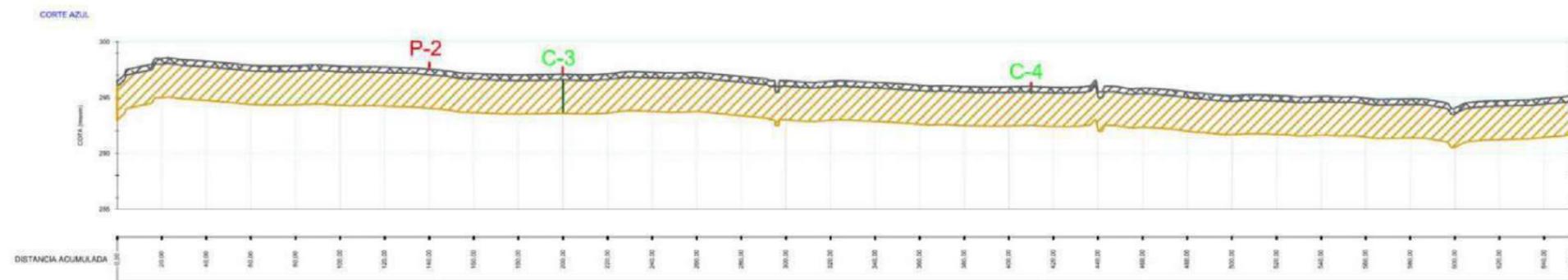
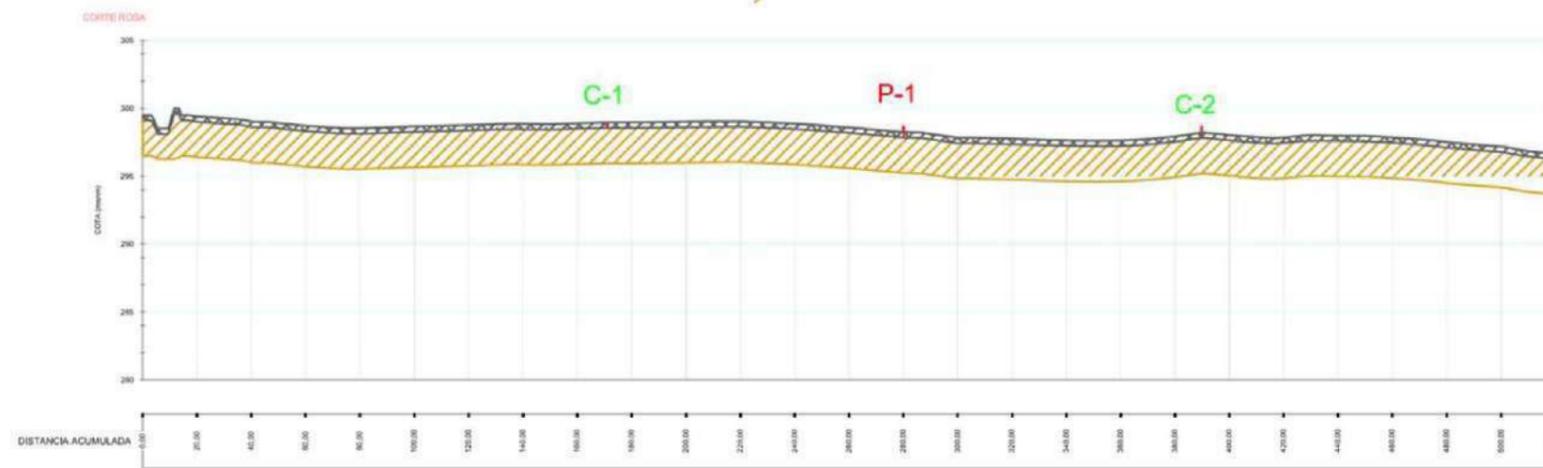
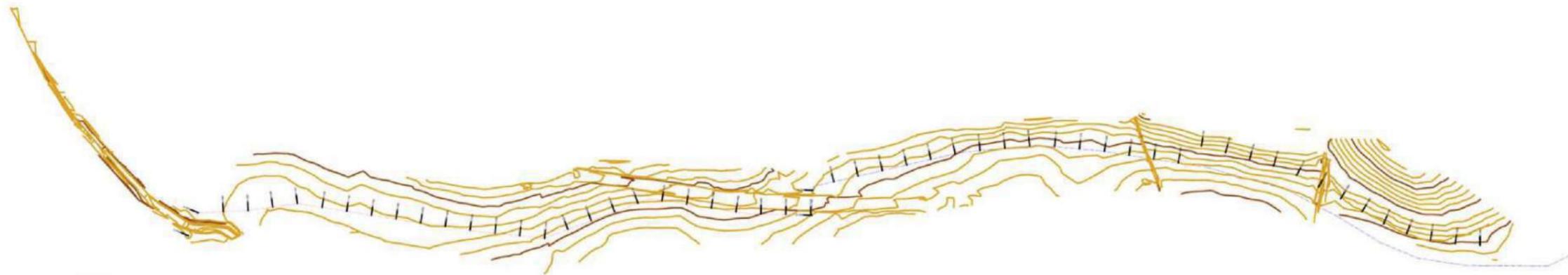
 NG-1: ARCILLAS CON VETAS ARENO-LIMOSAS CON GRAVAS

PLANTA GEOLÓGICA ZONA COLECTORES	 <b>TECNISONDEOS</b> GEOTECNIA Y SONDEOS	FECHA SEPTIEMBRE 2019
		ESCALA VARIAS
PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. DE ESCAÑUELA (JAÉN)		PLANO N.º 3
PROMOTOR AIMA INGENIERÍA	N.º EXPTE. G 2060	SUSTITUIDO POR:



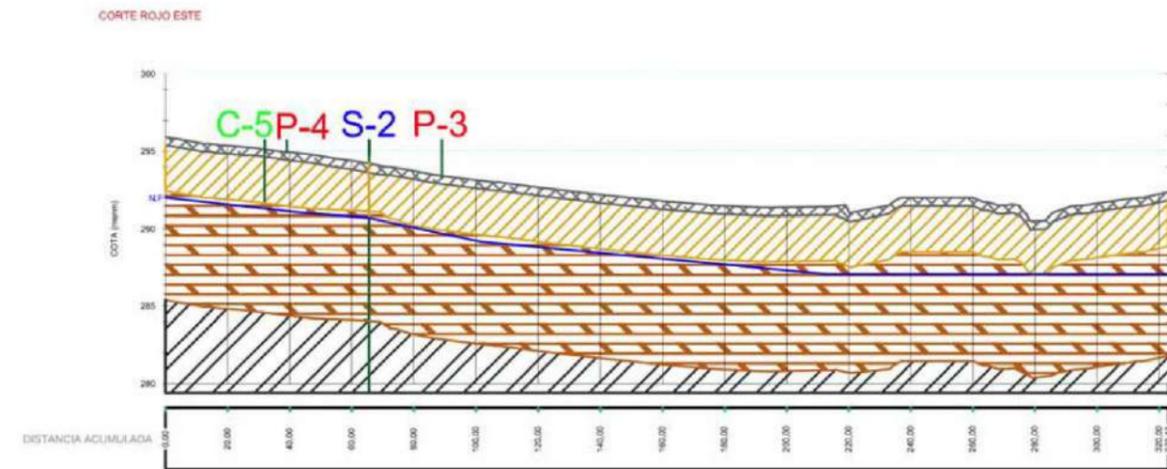
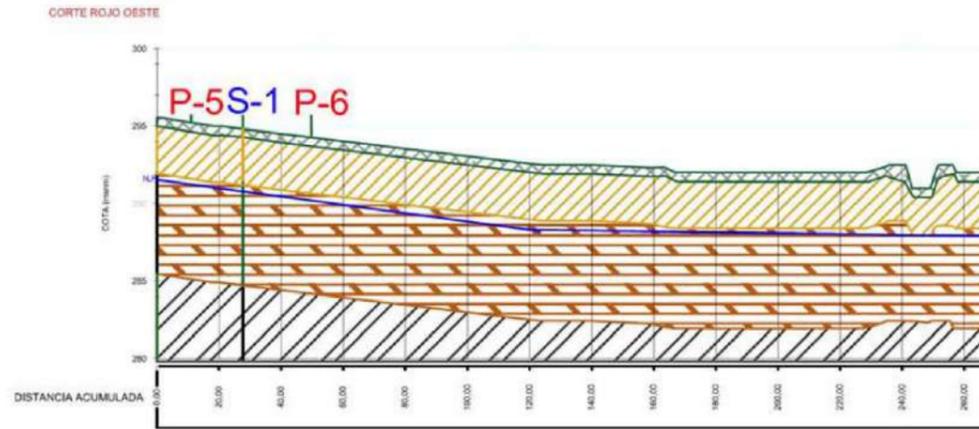
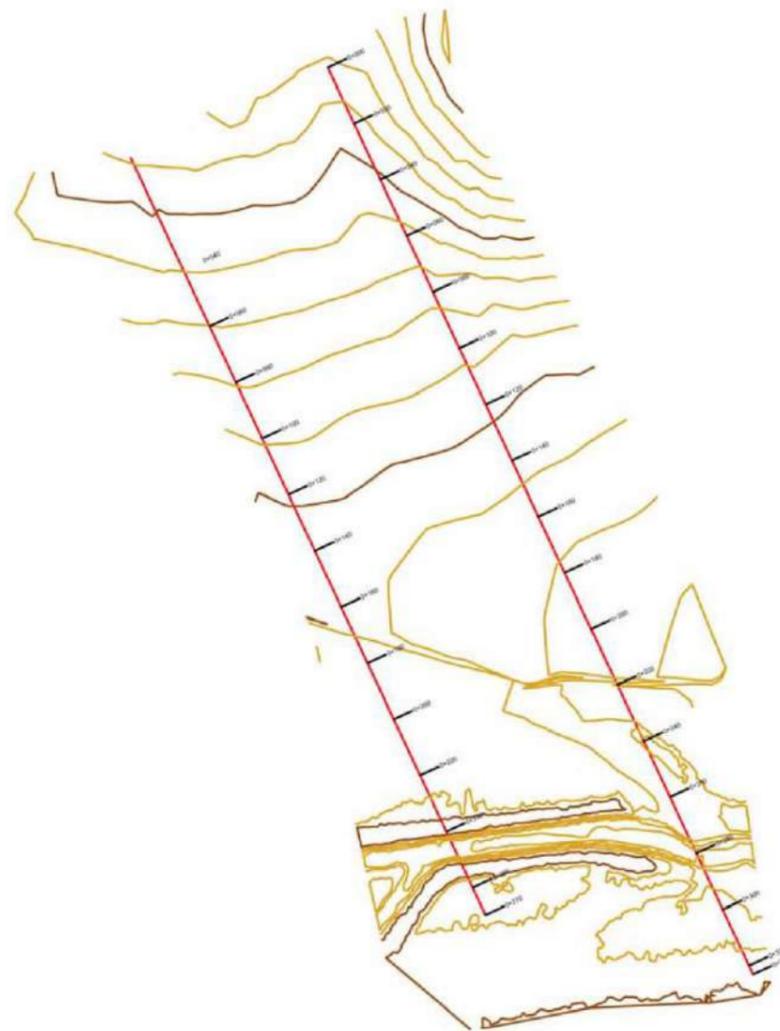
NG-1: ARCILLAS CON VETAS ARENO-LIMOSAS CON GRAVAS

PLANTA GEOLÓGICA ZONA EDAR		FECHA SEPTIEMBRE 2019
		ESCALA VARIAS
PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. DE ESCAÑUELA (JAÉN)		PLANO N.º. 4
PROMOTOR AIMA INGENIERÍA	N.º. EXPTE. G 2060	SUSTITUIDO POR:



TERRENO VEGETAL  
 ARENILLAS CON VETAS ARENOLIMOSAS CON GRAVAS (NS-1)

PERFILES GEOTÉCNICOS ZONA COLECTORES		<b>TECNISONDEOS</b> GEOTECNIA Y SONDEOS	FECHA SEPTIEMBRE 2019
			ESCALA VARIAS
PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. DE ESCAÑUELA (JAÉN)			PLANO N.º. 5
PROMOTOR AIMA INGENIERÍA	N.º EXPTE. G 2060	SUSTITUIDO POR:	



-  TERRENO VEGETAL
-  ARCILLAS MARRONES CON VETAS ARENO-LIMOSAS MARRONES CLARAS Y CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALIZAS
-  ARCILLAS MARGOSAS MARRONES GRISAS CON GRAVILLAS CALIZAS Y VETAS DE CAL (NG-2)
-  MARGAS GRISAS SIN GRUESOS

 <b>TECNI SONDEOS</b> GEOTECNIA Y SONDEOS		FECHA
		SEPTIEMBRE 2019
PERFILES GEOTÉCNICOS ZONA EDAR		ESCALA
		VARIAS
PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y E.D.A.R. DE ESCAÑUELA (JAÉN)		PLANO N.º
		6
PROMOTOR	N.º EXPTE.	SUSTITUIDO POR:
AIMA INGENIERÍA	G 2060	