



***ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)***



**PETICIONARIO: CINGRAL, S.L.**

**INFORME: 0500**

**FECHA INFORME: MARZO 2019**

**ÍNDICE**

**1. ANTECEDENTES**

**2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA**

**3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

3.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

3.2. ESTRATIGRAFÍA

3.3. ESTRUCTURA Y TECTÓNICA

3.4. GEOMORFOLOGÍA

3.5. HIDROGEOLOGÍA

3.6. SISMICIDAD

**4. TRABAJOS REALIZADOS**

4.1. TRABAJOS DE CAMPO

4.1.1. Reconocimiento geológico

4.1.2. Sondeos mecánicos

4.1.3. Ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.)

4.1.4. Calicatas mecánicas

4.1.5. Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH

4.1.6. Nivel freático.

4.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

3.2.1. Ensayos realizados

3.2.2. Resultados

**5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO**

**6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS**

6.1 Balsa 1

6.2 Balsa 2

6.3 Balsa 3

6.4 ESTACIÓN DE TURBINADO

6.5 ESTACIÓN DE REBOMBEO

6.6 ODT CARRETERA A-1221

6.7 RED DE TUBERÍAS

**ANEJOS**

I. PLANTA DE SITUACIÓN ENSAYOS

II. PERFILES LITOLÓGICOS DE SONDEOS

III. PERFILES LITOLÓGICOS DE CALICATAS

IV. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

V. BOLETINES DE ENSAYO DE LABORATORIO

VI. PERFILES DE CORRELACIÓN BALSAS Y ESTACIÓN DE TURBINADO

VII. ZONIFICACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA RED DE TUBERÍAS

## 1. ANTECEDENTES

La empresa CINGRAL, S.L. encarga a IGEOSUMA, S.L. la realización de un estudio geotécnico para el proyecto de modernización de las infraestructuras de riego de la C.R. Cartuja-San Juan, que afecta a unas 2773 hectáreas en los T.T.M.M. de Lanaja y Sariñena (Huesca).

En el proyecto se contempla la construcción de tres balsas de almacenamiento de agua, una estación de bombeo, una estación de turbinado y la colocación de una red de tuberías en todo el ámbito de la zona regable que incluye el cruce en varios puntos de la carretera A-1221.

La investigación geológica-geotécnica y los ensayos de campo se han individualizado para cada uno de los tipos de actuación, realizándose una campaña de investigación geotécnica específica para cada una de las tres balsas, para la estación de rebombeo, para la estación de turbinado y para la red de tuberías.

El estudio ha consistido en la recopilación bibliográfica, en el reconocimiento geológico por técnicos cualificados de las zonas en las que se ubicarán la red de tuberías, las balsas, la estación de rebombeo y la estación de turbinado, y en la valoración geotécnica del terreno a partir de los datos obtenidos en la campaña de trabajos de campo y de ensayos de laboratorio.

Los ensayos geotécnicos han consistido finalmente en la realización de 4 sondeos (de entre 8 y 10 m de profundidad cada uno y con un total de 36,25 metros perforados), 35 calicatas de reconocimiento y 5 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH.

Durante la ejecución de los sondeos se han realizado ensayos de resistencia dinámica S.P.T. y se han tomado muestras inalteradas y testigos parafinados. Durante la ejecución de las calicatas también fueron tomadas muestras de los diferentes terrenos reconocidos.

En el Anejo I "Planta de situación ensayos" se recoge la ubicación de los ensayos geotécnicos realizados.

Las coordenadas (X, Y) de cada uno de los ensayos se tomaron mediante GPS con una precisión de  $\pm 3$  metros. La cota "Z" utilizada para los perfiles de correlación se asignó a partir de los planos facilitados. Cada una de ellas se recoge en los boletines de cada ensayo de campo que incluimos en los anejos correspondientes.

Sobre las muestras tomadas en los sondeos y las calicatas, y para cada uno de los tipos o grupos de materiales reconocidos, se realizaron los correspondientes ensayos de laboratorio cuyos resultados se adjuntan en el Anejo V "Boletines de ensayos de laboratorio" y se resumen en el capítulo 4.2 de este informe.

Los objetivos de los trabajos y del presente informe son:

- Para las balsas, definir la aptitud de los terrenos existentes para su construcción (capacidad portante, permeabilidad, etc.), así como la posibilidad de aprovechamiento de los materiales que se excavan, su ripabilidad, estabilidad, la presencia o no de nivel freático y detectar la problemática geotécnica que pudiera existir y que condicione la excavación, cimentación y puesta en obra de los materiales.
- Para la estación de rebombeo y la estación de turbinado, definir las características portantes del terreno, tipo de cimentación, estabilidad de las excavaciones, agresividad y otros aspectos geotécnicos condicionantes, y en general detectar cualquier problemática geotécnica que pudiera existir para su construcción.

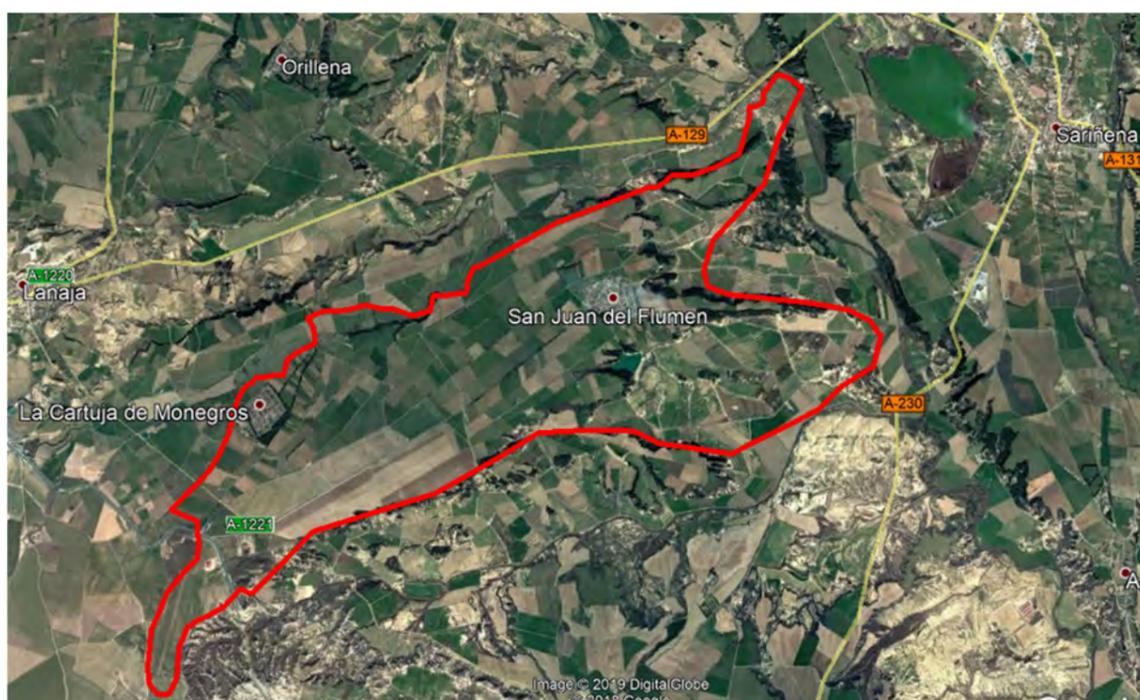
- Para la red de tuberías determinar la excavabilidad de los terrenos, estabilidad de las zanjas y aprovechamiento de los materiales entre otros aspectos.
- Para el caso del cruce de infraestructuras, definir las características portantes del terreno, excavabilidad, estabilidad, presencia de agua, método de cruce y cualquier otro condicionante geotécnico que influya en el proyecto de las mismas.

## 2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de estudio está localizada entorno a los núcleos de población de La Cartuja de los Monegros y de San Juan de Flumen, ambos pertenecientes al municipio de Sariñena, y ocupa una superficie aproximada de 2773 Ha pertenecientes a los términos municipales de Lanaja y Sariñena, en la comarca de Los Monegros, provincia de Huesca.

Geográficamente está situada en la parte Norte del sector aragonés de la Depresión del Ebro. La zona de estudio queda incluida en la Hoja nº 356 LANAJA del Mapa Topográfico de España a escala 1:50.000.

En la figura siguiente (tomada de Google Earth) se refleja la situación de la zona que ha sido estudiada para el presente informe (contorno rojo) y se muestran las principales vías de acceso.



A la zona se puede acceder a través de los numerosos caminos agrícolas existentes, que parten de la carretera A-1221, que queda dentro de la zona de estudio en su extremo sur, de la carretera A-129 al norte y oeste de la zona de estudio, de la carretera A-230 al este de la zona de estudio y de la carretera que une La Cartuja de los Monegros con San Juan de Flumen, que recorre el centro de la zona de estudio con una dirección SO-NE.

Los núcleos urbanos de La Cartuja de Monegros y de San Juan de Flumen presentan una altitud de 340 m y 326 metros sobre el nivel del mar, respectivamente. Ambos están enclavados en una meseta con sus cascos urbanos y sus aldeaños en una planicie. El relieve es en general tableado, escalonado, con una pendiente general que desciende en dirección suroeste-noreste. La zona más baja topográficamente (cota 250 m) es la más próxima al río Flumen, en el extremo este de la zona de estudio. Mientras que la zona más alta topográficamente (cota 415 m) es la situada más próxima a la Sierra de Pallaruelo, en el extremo sur de la zona de estudio.

El drenaje del territorio se realiza a través de “vales” o cursos de agua esporádicos y estacionales que desaguan hacia el río Flumen, único cauce permanente de la comarca. En nuestro caso, la zona de estudio es drenada principalmente por:

- El Barranco de las Paúles del Morcallón, que se sitúa al norte de la zona de estudio y que discurre con una dirección suroeste-noreste.
- El Barranco Val de Zaragoza, que delimita la zona de estudio por el norte, siendo un afluente del anterior barranco.
- El Barranco de San Juan, que delimita la zona de estudio por el sur y que discurre con una dirección paralela al anterior.

El clima es de tipo continental árido, con marcadas oscilaciones térmicas anuales y precipitaciones escasas y de carácter estacional. En verano se padece una fuerte insolación con temperaturas extremas. La pluviosidad es muy baja, registrándose unos valores cercanos a los 400 mm anuales. A la escasez de precipitaciones y fuerte oscilación térmica se une el efecto de una elevada frecuencia de viento, que barre la escasa nubosidad que alcanza la depresión del Ebro, facilita una elevada insolación y genera altas tasas de evaporación. Por otro lado la inversión térmica es importante durante el periodo invernal y, por lo tanto, las nieblas son frecuentes y persistentes.

Paisajísticamente la zona presenta las características típicas de la Comarca de Los Monegros con una vegetación pobre y escasa y desarrollo de cultivos de regadío mediante el aprovechamiento del Canal de Monegros.

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

#### 3.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

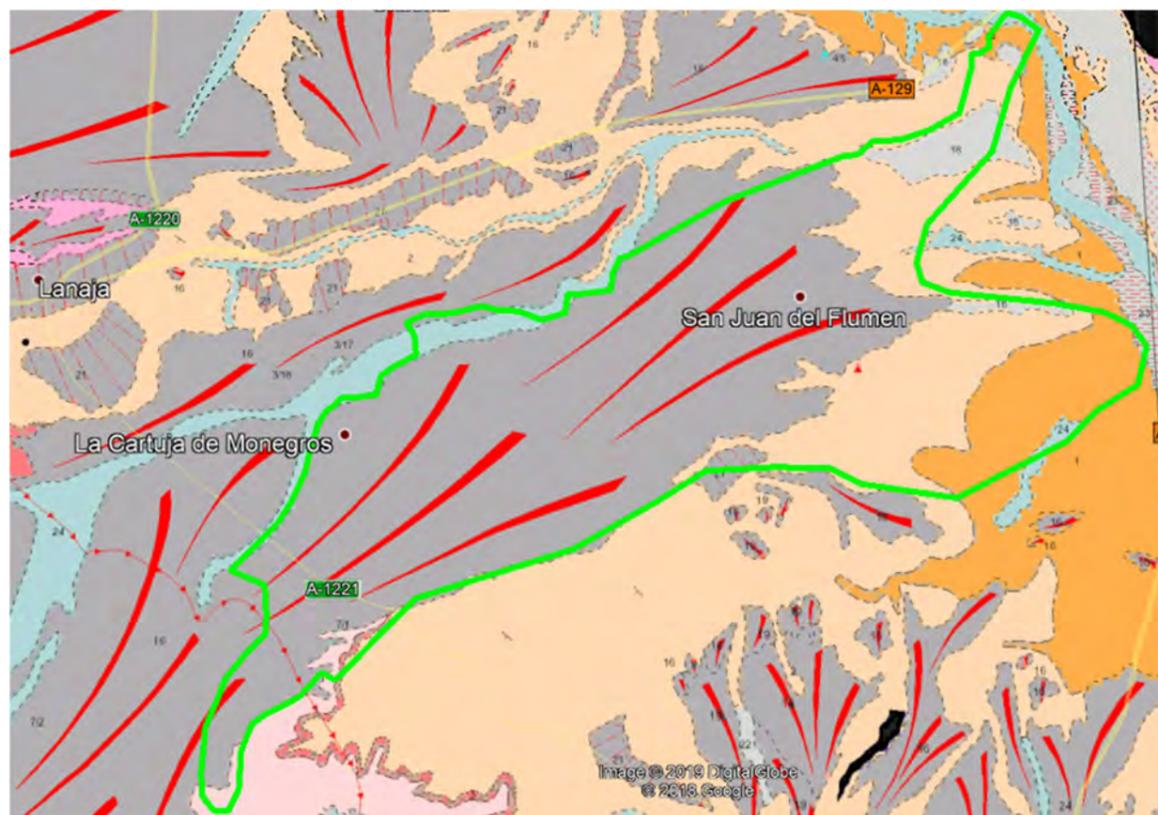
La zona estudiada se sitúa en la Depresión del Ebro, la cual coincide casi totalmente con la gran cuenca terciaria del NE de la Península Ibérica que se encuentra limitada por los relieves pirenaicos, ibéricos y costero-catalanes.

Los materiales que configuran el territorio que comprende la zona de estudio y sus alrededores son de edad terciaria (Mioceno) y cuaternaria.

Dentro del área estudiada, los materiales de edad Mioceno consisten principalmente en sedimentos terrígenos de origen aluvial, procedentes del desmantelamiento del Pirineo, situado al Norte de la zona de estudio. En la sucesión estratigráfica, también aparecen depósitos carbonáticos, de origen lacustre-palustre, y evaporíticos, depositados en un ambiente de margen de lago salino.

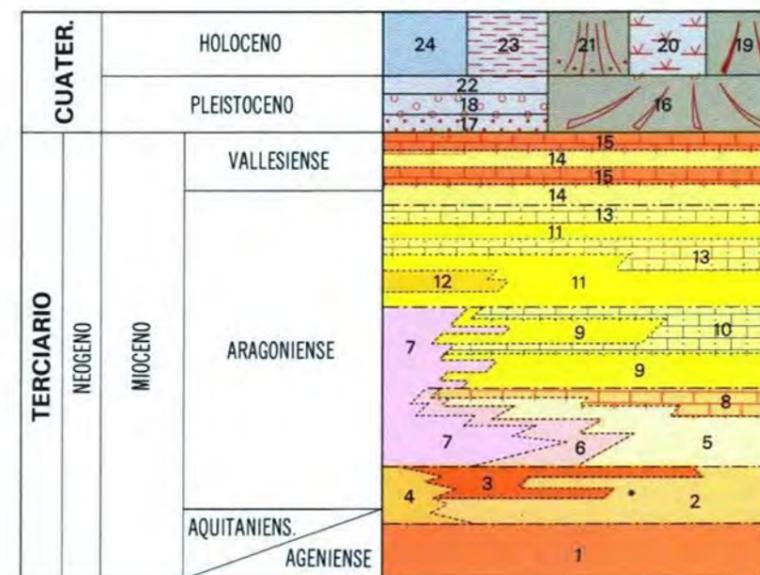
Dentro de la zona, durante el Plioceno y el Cuaternario, ha tenido lugar una importante actividad erosiva. La Sierra de Alcubierre ha quedado como un vestigio de esta erosión. Los principales depósitos cuaternarios consisten en diversos niveles de glacis que, en conjunto, poseen una extensión areal importante. Cabe también citar los depósitos aluviales de fondo de fondo de val y también los depósitos de terrazas del río Flumen.

En la figura siguiente se ha colocado la zona de estudio sobre el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (hoja nº 356 Lanaja), editado por el IGME, y en ella se identifican los diferentes recubrimientos cuaternarios y las diversas unidades litoestratigráficas del sustrato rocoso Mioceno.



ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)

#### LEYENDA



24	Gravas en matriz limo-arcillosa. Aluviales y fondo de «vale»	
23	Gravas y arenas. Llanura de inundación	
21	Cantos en matriz arcillosa. Coluviones	
20	Lutitas con materia orgánica. Zonas endorréicas	
17		
18	Cantos y gravas, eventualmente con cementos calcáreos. Terrazas	
22		
16	Gravas y cantos con matriz limo-arcillosa. Glacis	
15	Calizas micríticas y margas	U. DE S. CAPRASIO
14	Arcillas rojizas, paleocanales de arenisca, margas y tablas de caliza	
13	Calizas micríticas, calizas detriticas con estromatolitos y margas	U. DE SIERRA DE LANAJA MONTES DE CASTEJON
12	Margas y yesos estratiformes	
11	Arcillas ocreas y margas, areniscas en paleocanales y en capas tabulares, tablas de caliza y yesos nodulares	U. SIERRA DE PALLARUELO MONTES DE LA SORA
10	Calizas micríticas y detriticas con estromatolitos alternando con margas	
9	Arcillas ocreas y margas con areniscas y calizas. Localmente con nódulos de yeso	U. DE REMOLINOS-LANAJA
8	Alternancia de calizas y margas. Ocasionalmente arcillas rojizas y capas tabulares de areniscas	
7	Yesos tabulares y nodulares, alternando con margas	COMPRESIVO DE LAS UNIDADES SIERRA DE PALLARUELO MONTE DE LA SORA REMOLINOS-LANAJA
6	Margas, yesos nodulares, areniscas y calcisiltitas	
5	Arcillas, areniscas en paleocanales y en capas tabulares localmente con nódulos de yeso y calizas	U. DE REMOLINOS LANAJA
4	Margas con nódulos de yeso	U. DE BUJARALÓZ SARIÑENA
3	Calizas micríticas, margas y arcillas	
2	Paleocanales de areniscas y arcillas, localmente niveles de calizas micríticas, * nivel vulcanosedimentario	U. DE GALOCHA-ONTIÑENA
1	Arcillas y paleocanales de arenisca	

### 3.2. ESTRATIGRAFÍA

Como se ha mencionado en la introducción geológica del apartado anterior, en la zona de estudio se hallan representados parte de los materiales miocenos que constituyen el relleno del sector central de la Cuenca del Ebro y que aquí está básicamente constituido por materiales terrígenos de origen aluvial y por algún nivel margo-yesífero de origen lacustre.

Los depósitos cuaternarios ocupan una gran extensión, siendo los glaciares pleistocenos los que alcanzan un mayor desarrollo.

El IGME (1997) diferenció en la parte central de la cuenca del Ebro un total de veinte unidades genético-sedimentarias que abarcan una edad comprendida entre el Priaboniense y el Aragoniense-Vallesiense. De todas estas sólo tres se hallan presentes en la zona, con una edad comprendida entre el Mioceno inferior (Aquitaniense) y el Mioceno medio (Aragoniense). Estas unidades reciben, de base a techo, los nombres de: Unidad de Galocha-Ontiñena, Unidad de Bujaraloz-Sariñena y Unidad de Remolinos-Lanaja.

#### 3.2.1. Terciario (Mioceno)

De acuerdo con el mapa geológico, son cuatro las facies miocenas que podemos encontrar en la zona de estudio.

##### Arcillas y paleocanales de arenisca (Unidad cartográfica 1)

Esta unidad cartográfica pertenece a Unidad Genético-sedimentaria de Galocha-Ontiñena. Los materiales terrígenos que la constituyen forman parte de la denominada Formación Sariñena (QUIRANTES, 1969).

Consiste en una alternancia de areniscas y de arcillas de color pardo-rojizo. Cabe señalar que en la parte superior de la serie predominan los materiales pelíticos. Las areniscas se organizan en bancos con un espesor que oscila entre 0,5 y 3 m, que presentan bases erosivas, estructuras de reactivación internas y acreciones laterales. Se organizan en ciclos estrato y grano-decrecientes. Así mismo, en los tramos arcillosos existen intercalaciones de capas areniscosas tabulares las cuales, ocasionalmente, presentan laminación paralela y ripples. Las pelitas, a menudo poseen marmorizaciones.

Los bancos de arenisca, representan el relleno de paleocanales de ríos meandriformes, mientras que tanto las areniscas tabulares, como las arcillas, en conjunto representan las facies de llanura de inundación

##### Paleocanales de arenisca y arcillas (Unidad cartográfica 2)

Esta unidad cartográfica pertenece a Unidad Genético-sedimentaria de Bujaraloz-Sariñena. Los materiales terrígenos que la constituyen forman parte de la denominada Formación Sariñena (QUIRANTES, 1969).

Está constituida por una alternancia de arcillas pardo-rojizas, de paleocanales de arenisca y, localmente, de capas de caliza que, en conjunto, representan facies de abanico aluvial distal.

Las areniscas se presentan o bien en cuerpos tabulares, de gran continuidad lateral, o bien en cuerpos canalizados, de escasa continuidad. Son areniscas micáceas y están muy poco cementadas. Los cuerpos tabulares, consisten en capas planoparalelas de grano fino y de un espesor máximo de 30 cm. Los cuerpos canaliformes tienen la base erosiva y su granulometría oscila entre la arena de grano medio y la de grano fino.

Las facies canalizadas representan depósitos de barras de meandro. Por otro lado, las areniscas tabulares y las arcillas representan las facies de desbordamiento de dichos paleocanales.

##### Calizas micríticas, margas y arcillas (Unidad cartográfica 3)

Esta unidad cartográfica pertenece a la Unidad Genético-sedimentaria de Bujaraloz-Sariñena.

Consiste en una alternancia de capas calcáreas, de margas grises y arcillas rojizas. Las calizas aparecen tableadas con espesores máximos de 30-40 cm y con una importante continuidad lateral. Se trata de calizas micríticas con un gran contenido en elementos organógenos y en materia orgánica. Por su parte, las arcillas suelen presentar señales de edificación y marmorizaciones.

Desde el punto de vista petrográfico se corresponden con biomicritas con un contenido en cuarzo del 2-4%. Presentan restos de ostrácodos y de caráceas.

Según todas estas características se determina que fueron depositadas en un ambiente lacustre-palustre carbonatado.

##### Arcillas y paleocanales y capas tabulares de arenisca (Unidad cartográfica 5)

Esta unidad cartográfica pertenece a Unidad Genético-sedimentaria de Remolinos-Lanaja.

Constituida por una alternancia de arcillas rojizas, de areniscas y de tablas de caliza. Los bancos de arenisca presentan espesores de hasta 2 m de espesor. Con superficies de reactivación, que individualizan cuerpos que presentan superficies de acreción lateral. La mayoría de estas areniscas son planoparalelas, de considerable continuidad lateral, y suelen presentar laminaciones paralelas y ripples de corriente. Las arcillas presentan de forma frecuente señales de bioturbación y marmorizaciones. Mientras que las calizas son micríticas, presentan un espesor máximo de 1 m y contienen restos de caráceas.

Al microscopio, las areniscas corresponden a litarenitas con predominancia de fragmentos de caliza y de cuarzo. Su matriz es calcítica. Por su parte las calizas corresponden a biomicritas con restos de ostrácodos y de caráceas.

Se trata de una asociación de facies de orla de abanico. Donde los bancos de arenisca descritos, corresponden a depósitos de barras de meandro. Por su parte las arcillas y las areniscas tabulares son facies de llanura de inundación. Por último, las calizas se asocian a depósitos de expansión lacustre-palustre.

#### 3.2.2. Cuaternario

De acuerdo con el mapa geológico, son cuatro los tipos de depósitos del recubrimiento Cuaternario los que aparecen en la zona de estudio.

##### Gravas y cantos con matriz limo-arcillosa. Glaciares (Unidad cartográfica 16)

Son los depósitos cuaternarios más extensos de la zona. Sus zonas de raíz se sitúan al pie de los relieves de la Sierra de Alcubierre, siendo su desarrollo principal hacia el noreste de la misma.

Los glaciares de la unidad 16 corresponden a tres niveles sucesivos diferenciados en función de sus cotas relativas.

El más antiguo de dichos niveles (GL-4), en un corte en el Monte de Orillena, está formado por 6 m de espesor de gravas y cantos, predominantemente calcáreos con algunos de areniscas subangulosas a

subredondeadas, centil 35 cm y moda 3-4 cm, con una matriz de limos y arcillas pardas y cemento carbonatado.

El siguiente nivel de glacis (GL-3) presenta una litología muy similar, con un espesor de 3-4 m en las proximidades de Orillena.

El nivel más moderno (GL-2) tiene unos 6 m de potencia. Hacia el km 7 de la carretera Lanaja-Lalueza presenta 5 m visibles de cantos calcáreos subredondeados-subangulosos, con un centil de 20 cm y una moda de 3-4 cm, con matriz limo-arcillosa de tonos pardos y rojizos hacia la parte superior del glacis. Localmente se han observado pequeñas cementaciones de carbonato cálcico.

Se atribuye una edad pleistocena a los tres glacis englobados en la unidad cartográfica 16.

#### Cantos y gravas, eventualmente cementadas. Terrazas (Unidades cartográficas 18 y 22)

Corresponden al nivel medio (18) y bajo (22) de los tres niveles de terrazas del río Flumen.

Estos niveles de terraza presentan espesores no superiores a los 3-4 m. Litológicamente están formadas por cantos calcáreos (90%) y areniscosos (10%) procedentes del Mesozoico y Eoceno de las Sierras Exteriores de Huesca, esto es, extrazonales. Morfométricamente están bien redondeados y el tamaño medio es de 3 a 6 cm. Como estructuras sedimentarias presentan imbricación de cantos y superficies de reactivación con morfología de barras, interpretándose como depósitos de barras de canales fluviales de tipo *braided*. Localmente se pueden presentar bastante cementados por carbonato cálcico.

Se atribuye a las tres terrazas una edad pleistocena.

#### Cantos en matriz arcillosa. Coluviones (Unidad cartográfica 21)

Su composición litológica es función de la de los relieves a los que están ligados. En este sentido, los que provienen de cerros terciarios puede ser de grandes bloques angulosos de areniscas, calizas o yesos, con gran heterogeneidad en el tamaño de los cantos, envueltos en una matriz limo-arcillosa de tonos beige y pardos. Pueden tener hasta 6 m de espesor. Si provienen de relieves invertidos asociados a glacis, la litología es similar a la de los mismos.

Generalmente no presentan encostramientos carbonatados.

#### Gravas en matriz limo-arcillosa. Aluviales y fondos de "val" (Unidad cartográfica 24)

Esta unidad engloba tanto los depósitos de los afluentes del río Flumen (como el Barranco de las Paúles del Morcallón), como los rellenos de las vales o valles de fondo plano existentes en todo el entorno de la zona con aportes mixtos aluviales y de laderas.

El aluvial está formado por arenas y gravas redondeadas de 2-3 cm de tamaño medio, mientras que los fondos de las vales son depósitos de limos arcillosos de tonos pardos y ocre que incluyen cantos dispersos de naturaleza calcárea, yesífera o areniscosa, subangulosos a subredondeados, con escasa organización interna.

### **3.3. ESTRUCTURA Y TECTÓNICA**

En superficie, la parte central de la Depresión del Ebro muestra una estructura geológica muy sencilla, con capas subhorizontales o buzamientos muy suaves, menos de 10 grados, ya que se encuentra alejada de los orógenos alpinos (Pirineos y Catalánides).

Apenas existen en toda la región deformaciones apreciables. Solamente es destacable un basculamiento generalizado de 2 a 6 grados hacia el suroeste en la serie miocena. Este basculamiento, de edad claramente posterior a la de los materiales miocenos (Aragoniense-Vallesiense) que afloran en la zona, podría estar controlado por fallas mayores de dirección ESE a sureste que no se manifiestan en superficie.

Las fallas con expresión cartográfica son prácticamente inexistentes. Sin embargo, en los estratos competentes miocenos es frecuente observar un sistema de diaclasado de escala decimétrica a métrica, con planos subverticales, en el cual se pueden diferenciar dos familias principales: una de orientación próxima a N-S y otra que tiende a ser perpendicular a la primera. Este diaclasado también afecta a algunos depósitos cuaternarios y es coherente con una distensión radial generalizada.

### **3.4. GEOMORFOLOGÍA**

La zona de estudio se localiza en la unidad fisiográfica de la Depresión Terciaria del Ebro, situándose hacia la parte central de la misma. En este territorio tienen representación las subunidades fisiográficas de las plataformas calcáreas culminantes, correspondiente al relieve de la Sierra de Alcubierre, y de las terrazas y glacis cuaternarios, desarrollados sobre las litologías más lábiles y caracterizadas por una marcada inversión del relieve (QUIRANTES, 1971).

El clima es de tipo continental árido, con marcadas oscilaciones térmicas anuales y precipitaciones escasas y de carácter estacional. En verano se padece una fuerte insolación con temperaturas extremas. La pluviosidad es muy baja, registrándose unos valores medios anuales cercanos a los 400 mm. A la escasez de precipitaciones y fuerte oscilación térmica se une el efecto de una elevada frecuencia de viento, que barre la escasa nubosidad que alcanza la depresión del Ebro, facilita una elevada insolación y genera altas tasas de evaporación. Por otro lado la inversión térmica es importante durante el periodo invernal y, por lo tanto, las nieblas son frecuentes y persistentes.

Desde el punto de vista orográfico, La Cartuja de Monegros y San Juan de Flumen, están enclavados en una meseta, a unos 340 y 326 m.s.n.m., respectivamente. El relieve es en general llano, con una ligera pendiente hacia el noreste. La zona más deprimida topográficamente (cota 250) es la más próxima al río Flumen, en el extremo Este de la zona de estudio. Mientras que la zona más elevada topográficamente (cota 415 m) es la situada más próxima a la Sierra de Pallaruelo, en el extremo sur de la zona de estudio.

La red hidrográfica está regida por el río Flumen como principal colector, el cual circula al este de la zona. El resto de los cauces, "vales", son de escasa entidad y circulación intermitente dada la marcada aridez de la zona y desaguan hacia el río Flumen. En nuestro caso, la zona de estudio es drenada por:

- El Barranco de las Paúles del Morcallón, se sitúa al norte de la zona de estudio y que discurre con una dirección suroeste-noreste.
- El Barranco Val de Zaragoza, que delimita la zona de estudio por el norte, siendo un afluente del anterior barranco.
- El Barranco de San Juan, que delimita la zona de estudio por el sur y que discurre con una dirección paralela al anterior.

Paisajísticamente la zona presenta las características típicas de la Comarca de Los Monegros con una vegetación pobre y escasa y desarrollo de cultivos de regadío mediante el aprovechamiento del canal de Monegros.

Son las formas estructurales uno de los rasgos dominantes de gran parte de la comarca. La alternancia de litologías de resistencia contrastada a la erosión –principalmente areniscas- con materiales lábiles de naturaleza lutítica permite el modelado de relieves de erosión diferencial y el desarrollo de superficies estructurales algunas de ellas degradadas, las cuales presentan escarpes que no superan los 100 m.

### 3.5. HIDROGEOLOGÍA

En el entorno de la zona de estudio no se distingue ningún sistema acuífero a escala regional. Sin embargo se pueden señalar algunas formaciones con interés hidrogeológico a nivel local: los depósitos cuaternarios, fundamentalmente glaciares, y las facies canalizadas de la Formación Sariñena

Los glaciares tienen una composición de cantos y gravas con matriz limo-arcillosa y quedan colgados sobre los materiales terciarios de naturaleza prácticamente impermeable.

Los otros depósitos cuaternarios presentes son de origen fluvial y consisten en las terrazas y llanura de inundación del Río Flumen además de los aluviales y fondos de valle asociados a los barrancos (Barranco de las Paúles del Morcallón, barranco Val de Zaragoza y barranco de San Juan). La litología es básicamente la misma que la de los glaciares pero no ocupan grandes extensiones sino que se trata de depósitos alargados encajados en los materiales terciarios.

La permeabilidad asociada a estas formaciones puede considerarse globalmente elevada aunque con variaciones espaciales importantes según la proporción de materiales finos y gruesos.

La recarga de estos acuíferos se realiza por infiltración directa de la lluvia, de los excedentes del riego y por los aportes de los barrancos que enlazan directamente con las superficies de los glaciares.

La descarga principal se realiza a través de manantiales que surgen en el contacto con los materiales terciarios de naturaleza impermeable.

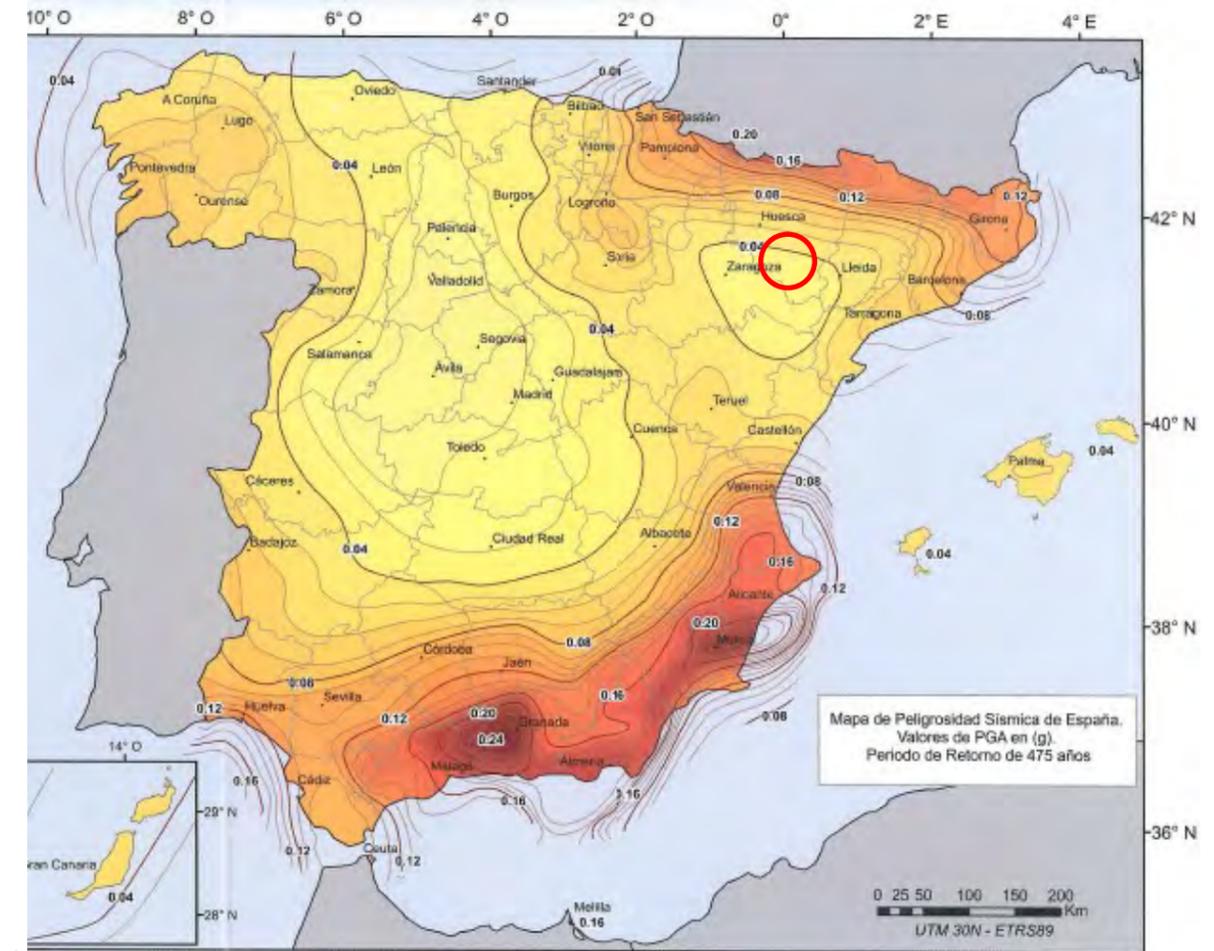
Dado el poco volumen de estos acuíferos, la descarga a nivel basal y la escasa magnitud de la recarga, las reservas pueden considerarse nulas y los recursos muy limitados.

La existencia de cuerpos tabulares de arenisca de gran continuidad y de paleocanales dentro de la Formación Sariñena puede tener cierto interés con vistas a las aguas subterráneas.

Los materiales terciarios presentes son prácticamente impermeables con excepción de las facies de areniscas canalizadas de la Formación Sariñena (unidades cartográficas 1 y 2). El funcionamiento hidrogeológico de los materiales terciarios continentales todavía no es bien conocido. Algunos estudios los consideran en su conjunto como un medio homogéneo de baja permeabilidad, en otros trabajos sin embargo se considera que se comportan como un acuífero multicapa. En cualquier caso son evidentes sus pobres características hidrogeológicas globales, la alternancia de horizontes de cierta permeabilidad (areniscas en este caso) con capas prácticamente impermeables implica una marcada anisotropía de este parámetro en vertical.

### 3.6. SISMICIDAD

En la *Actualización de Mapas de Peligrosidad Sísmica de España de 2012* (IGN) la aceleración sísmica para un periodo de recurrencia de 475 años asignada a los términos municipales de Lanaja y Sariñena es inferior a 0,04g (ver figura siguiente).



Según la Norma Sismorresistente NCSE-02 (Parte general y edificación) se indica que no es obligatoria su aplicación cuando la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , sea inferior a  $0,06 \times g$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad.

En la zona de estudio se asigna una aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g, por lo que no es necesario considerar esfuerzos sísmicos en los cálculos estructurales y de cimentaciones.

## 4. TRABAJOS REALIZADOS

### 4.1. TRABAJOS DE CAMPO

Los ensayos geotécnicos de campo han consistido en la realización de:

UNIDAD DE OBRA	Nº SONDEOS	Nº CALICATAS	Nº DPSH
BALSA 1	1	5	0
BALSA 2	2	5	2
BALSA 3	1	5	0
RED DE RIEGO	0	19	0
ESTACIÓN BOMBEO	0	1	1
ESTACIÓN TURBINADO	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>35</b>	<b>5</b>

#### 4.1.1. Sondeos mecánicos

Se han realizado 4 sondeos, acumulando 36,25 m perforados, cuya ubicación se refleja en el plano del Anejo I. Estos trabajos se llevaron a cabo los días 20 y 21 de enero de 2019.

La denominación ha sido la siguiente: BP1-S1 para la balsa 1, BP2-S1 y BP2-S2 para la balsa 2 y BP3-S1 para la balsa 3.

Las coordenadas y cotas de inicio se indican en la siguiente tabla.

UNIDAD DE OBRA	REF	UTM 30T ETRS89		COTA (m)
		X	Y	
BALSA 1	BP1-S1	727.905	4.626.311	340,3
BALSA 2	BP2-S1	724.494	4.625.060	374
BALSA 2	BP2-S2	721.892	4.624.959	378,8
BALSA 3	BP3-S1	724.413	4.622.796	415

Para la realización de los sondeos se empleó una sonda de rotación modelo TECOINSA TP-30 montada sobre LandRover, con un diámetro máximo de perforación de 101mm. Los sondeos se han llevado a cabo siguiendo la práctica habitual en este tipo de trabajos, perforándose la mayor parte en seco con corona de widia y batería sencilla de 101 y 86 mm de diámetro, y el resto con agua (sustrato rocoso) mediante batería doble y corona de diamante de 86 mm de diámetro.

La extracción de muestras y testigos se realizó por medio de tomamuestras de pared delgada (de 85 mm) y baterías de 101 y 86 mm.

Las muestras se colocaron en cajas, debidamente etiquetadas, para su posterior traslado y estudio en el laboratorio.

En el sondeo BP2-S1 se detectó nivel de agua a los 6,43 m, mientras que en sondeo BP3-S1 se detectó un rezume de agua a los 1,50 m. En los 4 sondeos realizados se dejó colocada tubería piezométrica de PVC ranurado para posibilitar futuras medidas de dicho nivel.

Durante la perforación se realizaron ensayos SPT, se tomaron muestras inalteradas (MI) y testigos plastificados (TP). En la tabla adjunta se detalla la profundidad, ensayos SPT, número de muestras, cajas portatestigos utilizadas y tubería piezométrica de PVC colocada.

SONDEO	Prof. (m)	Nº SPT	Nº MI	Nº TP	Nº CAJAS	PVC (m)
BP1-S1	9,95	6	2	0	3	9,95
BP2-S1	9,30	4	0	2	3	9,30
BP2-S2	9,00	5	1	1	3	9,00
BP3-S1	8,00	2	1	3	3	8,00
<b>TOTAL</b>	<b>36,25</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>36,25</b>

#### Perfil del terreno

Los perfiles litológicos de los sondeos se incluyen en el Anejo II junto con su reportaje fotográfico.

De forma resumida los perfiles obtenidos son los siguientes:

- Balsa nº1 (BP1)

En el sondeo BP1-S1 realizado para esta balsa se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal

Limos con arcillas y gravas, así como presencia de restos vegetales. Aparece en la superficie del terreno con un espesor medio de 0,60 m.

- Recubrimiento Cuaternario. Depósitos de glacia.

Aparece bajo la capa de suelo vegetal con un espesor mínimo reconocido de 9,35 m y está constituido por una alternancia de:

- suelos granulares gruesos: gravas finas a medias con gravillas en matriz limo-arenosa cuyo porcentaje es muy variable. Los cantos son subangulosos a subredondeados. Presentan espesores mínimos de 1,20 m.
- suelos granulares finos: limos arenosos a arenas limosas. Presentan espesores entre 1,10-1,40 m.

No se ha detectado nivel de agua, si bien se detecta cierta humedad en el tramo más superficial de los suelos granulares finos.

- Balsa nº2 (BP2)

Para esta balsa se han realizados los sondeos BP2-S1 y BP2-S2. En ellos se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal

Se trata de una arena limosa-arcillosa a limos arenosos, de color marrón oscuro, con raíces y cantos. Aparece en la superficie del terreno con un espesor de 0,40-0,50 m.

- Recubrimiento Cuaternario. Depósitos de glacia y aluviales - fondos de val.

Aparece bajo la capa de suelo vegetal, con espesores de 4,70 m en BP2-S1 y 6,70 m en BP2-S2. Está constituido por una alternancia de:

- suelos granulares gruesos: gravas finas a medias con gravillas en matriz limo-arenosa cuyo porcentaje es muy variable. Los cantos son subangulosos a subredondeados. Presentan espesores mínimos de 0,50 m y máximos de 3,90 m.
- suelos granulares finos: arcillas y arcillas limosas con contenido variable de gravas, y limos arenosos con algún canto. Presentan espesores mínimos de 0,40 m y máximos de 2,30 m

- Sustrato Terciario alterado

Está constituido por arcillas duras de color marrón. Su espesor varía entre los 0,20 m del S2 y 0,90 m reconocidos en el sondeo S1.

- Sustrato Terciario sano

Aparece en ambos sondeos a partir de los 6 m de profundidad en BP2-S1 y los 7,40 m en BP2-S2, y está constituido por argilitas de color marrón con pasadas de arenitas grises.

En el BP2-S1 se han detectado rezumes de agua a 1,50 m.

• Balsa nº3 (BP3)

En el sondeo BP3-S1 realizado para esta balsa se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal

Arcillas, de color marrón oscuro, con algunas gravillas. Aparece en la superficie del terreno con un espesor de 0,50 m.

- Recubrimiento Cuaternario. Coluvial.

Aparece bajo la capa de suelo vegetal con un espesor de 1,20 m y está constituido por arcillas de color marrón con algunos cantos de grava-gravilla.

- Sustrato Terciario alterado

Se reconoce por debajo del nivel anterior, hasta una profundidad de 2,90 m. Está constituido por arcillas de color gris y rojo con algunos cristales de yeso.

- Sustrato Terciario sano

Aparece a partir de los 2,90 m de profundidad y está constituido por una alternancia de arenita-limolita de color grisácea, y limolita de color rojo violáceo y gris.

Se han detectado rezumes de agua a 1,50 m.

**Ensayos de penetración dinámica estándar S.P.T.**

La resistencia a la penetración estándar se define como el número de golpes necesario para que el golpeo de la maza de 63'5 (± 0'5) kg de masa en la cabeza del varillaje, cayendo desde una altura de 760 (±10) mm, consiga que el tomamuestras penetre 300 mm después del descenso inicial debido al propio peso del equipo y tras la denominada penetración de asiento.

Se utiliza habitualmente un tomamuestras de tipo bipartido. Este tomamuestras tiene 51 mm de diámetro exterior y 35 mm de interior.

En gravas gruesas la zapata es sustituida a veces por una zapata cónica de acero macizo de 51 mm de diámetro y 60° de ángulo cónico. En estos casos deberá indicarse esta sustitución en el registro del ensayo. En nuestro caso todos los ensayos se realizaron con zapata abierta.

El dispositivo de golpeo utilizado es el denominado martillo de seguridad, que es un dispositivo automático que garantiza que la energía transferida al varillaje sea la misma en todos los golpes y ensayos, con una frecuencia de golpeo uniforme.

El rechazo se obtendrá cuando se alcancen 50 golpes en la penetración de asiento o en cualquiera de los dos intervalos de 150 mm, en cuyo caso se anotará la penetración alcanzada en cada ensayo.

El ensayo debe realizarse sin interrupción y con una frecuencia de golpeo inferior a 30 golpes por minuto.

La muestra obtenida con el tomamuestras bipartido se coloca en recipientes herméticos identificados con etiquetas.

Se han realizado un total de 17 ensayos SPT, con los resultados que se recogen en el siguiente cuadro.

Sondeo	Profundidad (m)		Ensayo SPT					N <sub>60</sub>	Litología dominante	NIVEL
			Nº de golpes / 15 cm				N <sub>SPT</sub>			
			N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>				
BP1-S1	1,00	1,45	9	4	4		8	8	Grava	I-A
	2,60	3,20	11	15	31	35	46	46	Limos arenosos / Gravas	I-B / I-A
	4,00	4,60	10	4	16	23	20	20	Gravas / Limos arenosos	I-A
	5,60	6,05	14	17	17		34	34	Gravas / Limos arenosos	I-A
	7,60	8,05	2	11	16		27	27	Gravas	I-A
BP2-S1	8,60	9,05	11	11	18		29	28	Arenas limosas / Gravas	I-A
	1,00	1,60	15	21	19	22	40	40	Arenas limosas / Gravas	I-A
	2,50	3,10	16	20	17	16	37	37	Arenas limosas / Gravas	I-A
	4,00	4,45	12	12	4		16	16	Gravas / Arcillas	I-A / I-B
BP2-S2	5,50	5,95	7	12	20		32	32	Arcillas (SRA)	II-A
	1,00	1,45	14	18	17		35	35	Gravas	I-A
	2,50	2,95	25	21	18		39	39	Gravas	I-A
	4,00	4,45	13	16	16		32	32	Gravas	I-A
	6,20	6,65	1	2	2		4	4	Arcillas	I-B
BP3-S1	7,00	7,44	5	20	Rzo		Rzo	Rzo	Arcillas (SRA)	II-A
	1,20	1,65	3	1	2		3	3	Arcillas	I-B
	2,40	2,60	36	Rzo			Rzo	Rzo	Arcillas (SRA)	II-A

En negrita: no se ha aplicado corrección de energía ni de profundidad

**Muestras inalteradas**

Se han tomado un total de 4 muestras inalteradas, a las profundidades y con la secuencia de golpeo que se recoge en el cuadro siguiente.

Sondeo	Profundidad (m)	Ensayo Toma de Muestra Inalterada						Litología dominante	NIVEL
		Nº de golpes / 15 cm				N <sub>MI</sub>	N <sub>SPT</sub> (60% N <sub>MI</sub> )		
		N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>				
BP1-S1	2,00-2,60	5	6	6	13	12	7	Limos arenosos a arenas limosas	I-B
	7,00-7,60	6	5	6	5	11	7	Limos arenosos a arenas limosas	I-B
BP2-S2	5,60-6,20	3	3	4	4	7	4	Arcillas	I-B
BP3-S1	2,00-2,40	7	39	Rzo		Rzo	Rzo	Arcillas (SRA)	II-A

**4.1.2. Calicatas mecánicas**

Para el presente informe se han realizado un total de 35 calicatas mecánicas. Las coordenadas, cotas de terreno y distribución en las diferentes unidades de obra se indican en las siguientes tablas.

UNIDAD DE OBRA	REF	UTM 30T ETRS89		COTA (m)
		X	Y	
BALSA 1	BP1-C1	727.859	4.626.337	340,45
	BP1-C2	727.866	4.626.234	341,10
	BP1-C3	727.778	4.626.196	342,40
	BP1-C4	727.822	4.626.265	341,35
	BP1-C5	727.778	4.626.364	340,85
BALSA 2	BP2-C1	724.490	4.624.845	381,90
	BP2-C2	724.705	4.624.791	382,20
	BP2-C3	724.793	4.624.897	380,50
	BP2-C4	724.637	4.624.963	379,60
	BP2-C5	724.471	4.624.950	380,50
BALSA 3	BP3-C1	724.487	4.622.732	418,00
	BP3-C2	724.435	4.622.624	419,80
	BP3-C3	724.340	4.622.655	418,80
	BP3-C4	724.398	4.622.713	417,10
	BP3-C5	724.315	4.622.749	414,25
ESTACIÓN DE BOMBEO	BOM-C1	725.630	4.624.734	375,8

UNIDAD DE OBRA	REF	UTM 30T ETRS89	
		X	Y
RED DE RIEGO	CAR-C1	725.088	4.624.288
	CAR-C2	725.564	4.623.995
	CAR-C4	725.654	4.625.311
	CAR-C5	726.858	4.625.920
	CAR-C6	732.288	4.630.866
	CAR-C7	731.782	4.629.753
	CAR-C8	725.803	4.626.735
	CAR-C9	726.257	4.626.351
	CAR-C10	727.241	4.627.585
	CAR-C11	728.899	4.628.360
	CAR-C12	730.187	4.628.374
	CAR-C13	731.008	4.628.325
	CAR-C14	730.784	4.627.680
	CAR-C15	729.505	462.921
	CAR-C16	728.754	4.627.465
	CAR-C17	728.598	4.626.239
	CAR-C18	727.690	4.626.557
	CAR-C19	731.601	4.626.307
	CAR-C20	733.406	4.627.489

Las calicatas se realizaron los días 23, 24 y 25 de enero de 2019 utilizando una retroexcavadora mixta CASE 580 ST.

En las calicatas se ha observado el perfil litológico, la existencia o no de nivel freático, la estabilidad de las excavaciones, la dificultad de excavación y se han tomado muestras del terreno para su ensayo en laboratorio. Todos estos datos y las fotografías correspondientes se recogen en los formatos incluidos en el Anejo III del presente informe.

A continuación se describen de forma resumida los perfiles litológicos obtenidos mediante la excavación de las calicatas para cada una de las unidades de obra.

• Balsa nº1 (BP1) y estación de turbinado

Para esta balsa se han realizado 5 calicatas, BP-1 C-01 a BP-1 C-05, en las que se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal / tierra de labor

Limos con arcillas y gravas, así como presencia de restos vegetales. Aparece en la superficie del terreno con un espesor de 0,40 a 0,50 m.

- Recubrimiento Cuaternario. Depósitos de glacia.

Aparece en todas las calicatas, bajo la capa de suelo vegetal y se reconoce como mínimo hasta la profundidad investigada, situada entre los 4,10 m y los 4,70 m. Está constituido por una alternancia de:

- suelos granulares gruesos: se detectan en todas las calicatas y están compuestos de gravas finas a medias con gravillas en matriz limo-arenosa cuyo porcentaje es muy variable. Los cantos son subangulosos a subredondeados. Presentan espesores mínimos de 1,20 m. El tramo superior de 0,60-0,85 m aparece con una variable cementación por carbonatos.
- suelos granulares finos: sólo se reconocen en las calicatas BP-1 C-02 y BP-1 C-03. Aparecen intercalados entre las gravas y están compuestos por limos algo arenosos y arcillosos. Presentan espesores entre 0,40-0,60 m.

En cuanto a la **excavabilidad**, todos los materiales descritos fueron fácilmente excavables hasta la profundidad final investigada, entre 4,10-4,70 m, con retroexcavadora mixta y cazo de 60 cm.

La **estabilidad** de las paredes verticales ha sido buena en todos los materiales mientras la excavación se realizara en condiciones de ausencia de agua. Únicamente se ha detectado una ligera inestabilidad cuando han aparecido bolos o lajas de gran tamaño.

No se ha detectado la **presencia de agua**, si bien de forma generalizada los materiales presentaban cierto grado de humedad.

• Balsa nº2 (BP2)

Para esta balsa se han realizado 5 calicatas, BP-2 C-01 a BP-2 C-05, en las que se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal / tierra de labor

Se trata de arena limosa a arcillosa, de color marrón oscuro, con raíces y cantos. Aparece en la superficie del terreno con un espesor de 0,40-0,50 m.

- Recubrimiento Cuaternario. Depósitos de glacia.

Aparece en todas las calicatas, bajo la capa de suelo vegetal y se reconoce como mínimo hasta la profundidad investigada, situada entre los 3,70 m y los 4,80 m. Está constituido por:

- suelos granulares gruesos: se detectan en todas las calicatas y están compuestos de gravas finas a medias con gravillas en matriz limo-arenosa cuyo porcentaje es muy variable. Los

cantos son subangulosos a subredondeados. Presentan espesores mínimos de 2,30 m. Presenta un tramo superior de 0,70-1,10 m con una variable cementación por carbonatos.

- suelos granulares finos: sólo se reconocen en las calicatas BP-2 C-03 y BP-2 C-04. Aparecen por debajo de los suelos granulares gruesos, a una profundidad situada entre los 3,60-4,00 m, presentando espesores mínimos reconocidos de 0,80 m. Son limos arcillosos algo arenosos.

En cuanto a la **excavabilidad**, todos los materiales descritos fueron fácilmente excavables hasta la profundidad final investigada, entre 3,70-4,80 m, con retroexcavadora mixta y cazo de 60 cm. Solo en las gravas superficiales que presentan un cierto grado de cementación, la excavabilidad fue regular.

La **estabilidad** de las paredes verticales ha sido buena en todos los materiales mientras la excavación se realizara en condiciones de ausencia de agua. Únicamente se ha detectado cierta inestabilidad cuando han aparecido bolos o lajas de gran tamaño.

No se ha detectado la **presencia de agua**, si bien de forma puntual las gravas presentaban cierto grado de humedad.

- Balsa nº3 (BP3)

Para esta balsa se han realizado 5 calicatas, BP-3 C-01 a BP-3 C-05, en las que se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal / tierra de labor

Arcillas, de color marrón oscuro, con algunas gravillas. Aparece en la superficie del terreno con un espesor de 0,40-0,60 m. En la calicata BP-3 C-01 la tierra de labor es además un relleno de explanación.

- Recubrimiento Cuaternario. Coluvial/Glaci.

Se identifica en tres de las cinco calicatas realizadas (BP-3 C-02, BP-3 C-04 y BP-3 C-05). Aparece bajo la capa de suelo vegetal con un espesor de 0,40-0,60 m y está constituido por arcillas limosas de color marrón con algunos cantos dispersos.

- Sustrato Terciario alterado

Se reconoce por debajo del nivel anterior, hasta una profundidad mínima de 1,70 m (calicata BP3-C3) y máxima de 3,50 m (calicata BP3-C4). Está constituido por arcillas de color gris y rojo con algunos cristales de yeso, así como por arenitas y argilitas alteradas. Aparece un nivel de caliza de reducido espesor <10 cm en las calicatas BP3-C1, BP3-C4 y BP3-C5.

- Sustrato Terciario sano

Se alcanza en todas las calicatas, con excepción de la calicata BP3-C4. Aparece por debajo del nivel anterior a una profundidad que oscila entre los 1,70 m y los 2,90 m de profundidad. Está constituido por argilita y arenita cementada.

La **excavabilidad** en calicata, con retroexcavadora mixta y cazo de 60 cm, ha sido en general fácil en el suelo vegetal, en el recubrimiento cuaternario y en el sustrato terciario alterado. La caliza tableada presenta una alta dureza, si bien debido a su reducido espesor (<10 cm) se logra romper y atravesar. Por su parte, una vez alcanzado el sustrato terciario sano la progresión de la calicata se vuelve difícil, siendo imposible profundizar en dicho sustrato.

La **estabilidad** de las paredes verticales ha sido buena en todos los materiales al realizarse la excavación en condiciones de ausencia de agua.

En ninguna de las calicatas realizadas fue detectada la **presencia de agua**.

- Estación de rebombeo

Para esta unidad de obra se ha realizado una calicata BOM C-01, en la que se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal

Limos arenosos de color marrón oscuro con cantos. Presenta un espesor de unos 0,40 m.

- Recubrimiento Cuaternario. Depósitos de glaci.

Aparece por debajo de la capa de suelo vegetal y se reconoce como mínimo hasta la profundidad investigada de 3,50 m. Está constituido por:

- suelos granulares finos: Limos arenosos de color marrón con algún canto de grava y lajas calizas de gran tamaño. Aparecen por debajo del nivel de suelo vegetal y presentan un espesor de 1,80 m.
- suelos granulares gruesos: Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa. Aparece por debajo de los limos y se reconoce como mínimo hasta la profundidad investigada, que es de 3,50 m.

En cuanto a la **excavabilidad**, todos los materiales descritos fueron fácilmente excavables hasta la profundidad final investigada, con retroexcavadora mixta y cazo de 60 cm.

La **estabilidad** de las paredes verticales ha sido buena, excepto puntualmente en los limos donde la presencia alguna laja de gran tamaño genera cierta inestabilidad.

No se ha detectado **presencia de agua**, ni de humedades significativas.

- Red de tuberías

Para la red de tuberías se han excavado específicamente 19 calicatas, denominadas CAR C-01 a CAR C-20. A las que sumáramos la calicata BOM C-01 que equivaldría a la CAR C-03.

En ellas se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal + Rellenos antrópicos de nivelación de parcelas, con un espesor medio de 0,50 m (con un mínimo de 0,40 y un máximo de 0,90 m). Los rellenos han sido detectados en las calicatas CAR-C2 y CAR-C8.
- Recubrimiento Cuaternario (Nivel I-A). Constituido por suelos granulares gruesos de gravas, fundamentalmente pertenecientes a depósitos de glaci, aunque también se reconocen depósitos de terrazas como es el caso de las gravas identificadas en la calicata CAR C-7.
- Recubrimiento Cuaternario (Nivel I-B). Constituido por suelos granulares finos, que varían desde arenas limosas a arcillas algo limosas. Son depósitos tanto de glaci, como coluviales y de terraza, predominando los primeros de ellos.

- Sustrato Terciario alterado (Nivel II-A). Constituido fundamentalmente por arcillas, menos en el caso de la calicata CAR-C13 donde aparecen unas arenas limosas bajo las arcillas alteradas.
- Sustrato Terciario sano (Nivel II-B). Solo se ha reconocido en la calicata CAR C-6 y estaba constituido por unas areniscas fuertemente cementadas.

Las profundidades y espesores de estos niveles, en cada uno de los ensayos realizados para la red de drenaje, se refleja en la tabla adjunta:

REFERENCIA	NIVEL 0		NIVEL I: Recubrimiento cuaternario			NIVEL II: Sustrato terciario			
	Espesor (m)	Nivel I-A		Nivel I-B		Nivel II-A		Nivel II-B	
		Prof. aparición (m)	Espesor (m)	Prof. aparición (m)	Espesor (m)	Prof. aparición (m)	Espesor (m)	Prof. aparición (m)	Espesor (m)
CAR C-01	0,60	0,60	3,70	4,30	<b>0,90</b>				
CAR C-02	0,90			0,90	1,30	2,20	<b>0,90</b>		
BOM C-01 (CAR C-03)	0,40	2,20	<b>1,30</b>	0,40	1,80				
CAR C-04	0,40	0,40	<b>2,60</b>						
CAR C-05	0,50	0,50	<b>2,45</b>						
CAR C-06	0,45			0,45	2,05			2,50	<b>0,05</b>
CAR C-07	0,50	0,50	1,00	1,50	0,70				
		2,20	<b>1,60</b>						
CAR C-08	0,40	0,40	<b>2,65</b>						
CAR C-09	0,50	0,50	<b>2,50</b>						
CAR C-10	0,50			0,50	<b>3,00</b>				
CAR C-11	0,40	0,40	<b>2,65</b>						
CAR C-12	0,40	0,40	2,40	2,80	<b>0,50</b>				
CAR C-13	0,70					0,70	<b>2,60</b>		
CAR C-14	0,40	0,40	0,20	0,60	1,10				
		1,70	<b>1,35</b>						
CAR C-15	0,60	0,60	<b>2,60</b>						
CAR C-16	0,45	0,45	<b>0,45</b>	0,90	1,00				
		1,90	<b>1,20</b>						
CAR C-17	0,50	0,50	<b>2,50</b>						
CAR C-18	0,50	1,00	<b>3,20</b>	0,50	0,50				
CAR C-19	0,60	2,00	<b>0,90</b>	0,60	1,40				
CAR C-20	0,70			0,70	1,70	1,70	<b>1,60</b>		

En negrita: espesor mínimo reconocido

La **excavabilidad** en calicata, con retroexcavadora mixta y cazo de 60 cm, ha sido en general fácil en el suelo vegetal, en el recubrimiento cuaternario y en el sustrato terciario alterado. Por su parte, en los materiales del sustrato terciario sano es difícil la progresión de la calicata, debido a su dureza.

La **estabilidad** de las paredes verticales ha sido buena en todos los materiales mientras la excavación se realizara en condiciones de ausencia de agua, salvo cuando aparecen bolos o lajas de gran tamaño que generan cierta inestabilidad. Con la aparición de agua o presencia de rezumes aumenta la inestabilidad y cuando son flujos las paredes se derrumbaban.

En 3 de las 20 calicatas se ha detectado la **presencia de agua** de la forma y profundidad que se indica en la tabla siguiente.

Red de tuberías			
Calicata	Profundidad investigada(m)	Presencia de agua	Profundidad agua (m)
CAR C-01	5,00	-	-
CAR C-02	3,10	-	-
BOM C-01 (CAR C-03)	3,50	-	-
CAR C-04	3,00	-	-
CAR C-05	2,95	-	-
CAR C-06	2,50	-	-
CAR C-07	3,30	-	-
CAR C-08	3,05	-	-
CAR C-09	3,00	-	-
CAR C-10	3,50	Flujo	2,90
CAR C-11	3,05	-	-
CAR C-12	3,30	-	-
CAR C-13	3,30	Rezume	3,30
CAR C-14	3,05	-	-
CAR C-15	3,20	-	-
CAR C-16	3,10	-	-
CAR C-17	3,00	-	-
CAR C-18	3,20	-	-
CAR C-19	2,90	Flujo	1,90
CAR C-20	3,30	-	-

#### 4.1.3. Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH

Se han realizado 5 penetraciones dinámicas DPSH, cuya denominación ha sido la siguiente: TUR P-1 y TUR P-2 para la estación de turbinado, BP2-P1 y BP2-P2 para el apoyo del dique de la balsa BP2 y BOM P-1 para la estación de rebombeo.

Las coordenadas y cotas de terreno se indican en la siguiente tabla.

UNIDAD DE OBRA	REF	UTM 30T ETRS89		COTA (m)
		X	Y	
BALSA 2	BP2-P1	724.674	4.625.032	378,50
	BP2-P2	724.365	4.624.938	376,00
ESTACIÓN TURBINADO	TUR-P1	727.739	4.626.169	342,90
	TUR-P2	727.758	4.626.177	342,60
ESTACIÓN BOMBEO	BOM-P1	725.618	4.624.716	375,80

Se realizaron el día 24/01/2019, utilizando un equipo automático TECOINSA montado sobre orugas.

Los resultados obtenidos en los ensayos se recogen de forma gráfica en el Anejo IV.

- Estación de rebombeo

La penetración BOM P-1 muestra las siguientes unidades resistentes:

- Nivel resistente superior  
Se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 1,20 m. Presenta **golpeos bajos** con valores de  $N_{DPSH} \leq 11$ , lo que se traduce en resistencias dinámicas en punta promedio de 86 kp/cm<sup>2</sup>,

con un valor mínimo de 63 kp/cm<sup>2</sup>. Se corresponde con los limos arenosos del nivel I-B reconocidos en la calicata BOM C-01

- Nivel resistente inferior  
Este nivel se caracteriza por presentar valores de golpeo muy altos, desde N<sub>DPSH</sub> = 33 hasta el rechazo que se alcanza a 1,60 m. Se podría corresponder con las gravas de los depósitos cuaternarios de glacia (unidad geotécnica I-A) reconocidas en la calicata BOM C-01, o bien con la presencia de alguna laja del gran tamaño reconocida en el tramo superior de limos.

- Estación de turbinado

Las penetraciones TUR P-1 y TUR P-2 muestran los siguientes niveles resistentes:

- Nivel resistente superior  
Se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 7,00 m a 7,20 m. Se caracteriza por presentar una alternancia de golpesos muy variables en la vertical con:
  - o Niveles de golpesos muy bajos con valores de N<sub>DPSH</sub> ≤ 10, lo que se traduce en resistencias dinámicas en punta de 12 a 84 kp/cm<sup>2</sup>. Estos niveles presentan unos espesores que oscilan entre 0,20-1,00 m, y se corresponde con los suelos granulares finos de la unidad I-B reconocidos en el sondeo BP1-S1 y en las calicatas realizadas en la balsa BP1.
  - o Niveles de golpesos medios altos con valores mínimos de N<sub>DPSH</sub> = 13 y resistencias dinámicas en punta > 100 kp/cm<sup>2</sup>. Presentan unos espesores mínimos de 0,20 m y máximos de 2,60 m, correspondiendo a los suelos granulares gruesos de la unidad I-A reconocidos en el sondeo BP1-S1 y en las calicatas realizadas en la balsa BP1.

- Nivel resistente inferior  
Este nivel se caracteriza por presentar valores de golpeo crecientes con la profundidad desde N<sub>DPSH</sub> = 18 hasta el rechazo que se alcanza a 8,40-8,60 m. En base a lo observado en el sondeo BP1-S1, realizado en la balsa anexa a la estación, se correspondería con la unidad I-A. Si bien, la parte final podría corresponderse también con el nivel II.

- Apoyo dique balsa BP2

Se han realizado 2 penetraciones dinámicas DPSH (BP2-P1 y BP2-P2) para el apoyo del dique de la balsa. Los perfiles resistentes obtenidos son muy heterogéneos en los golpesos y en la profundidad a la que se alcanza el rechazo.

Por ello analizamos cada ensayo por separado:

- o Ensayo BP2-P1

La penetración BP2-P1 alcanza una profundidad de 14,80 m sin que se obtenga rechazo y muestra las siguientes unidades resistentes alternantes:

- Niveles con resistencias dinámicas en punta < 100 kp/cm<sup>2</sup>

Presentan unos golpesos con valores de N<sub>DPSH</sub> entre 5 y 20, con un promedio de 9, que se traducen en resistencias dinámicas en punta entre 15-86 kp/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 47 kp/cm<sup>2</sup>. Aparecen en los primeros 0,20 m y entre:

- o 3,00-5,00 m de profundidad
- o 7,20-11,00 m de profundidad
- o 11,40-14,20 m de profundidad

Se podría corresponder con los materiales granulares finos de la unidad I-B, salvo el último tramo que podría corresponder con la parte más alterada del sustrato terciario (unidad II-A).

- Niveles con resistencias dinámicas en punta ≥ 100 kp/cm<sup>2</sup>

Presentan unos golpesos con valores de N<sub>DPSH</sub> entre 13 y 83, con un promedio de 41, que se traducen en resistencias dinámicas en punta entre 104-872 kp/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 292 kp/cm<sup>2</sup>. Aparecen entre:

- o 0,20-3,00 m de profundidad
- o 5,00-7,20 m de profundidad
- o 11,00-11,40 m de profundidad
- o 14,20-,14,80 m de profundidad

Se podría corresponder con las gravas gruesas de los depósitos cuaternarios de glacia (unidad geotécnica I-A), salvo el último tramo que podría corresponder con la parte menos alterada del sustrato terciario (unidad geotécnica II-A).

- o Ensayo BP2-P2

La penetración BP2-P2 alcanza el rechazo a una profundidad de 6,40 m. Presenta un perfil con unos valores de resistencia dinámica en punta en general > 100 kp/cm<sup>2</sup>, con un valor promedio de unos 220 kp/cm<sup>2</sup> y unos valores de golpeo de N<sub>DPSH</sub>>10. Intercala tres tramos donde la resistencia es <100 kp/cm<sup>2</sup>:

- o 0,00-0,60 m de profundidad
- o 3,00-3,20 m de profundidad
- o 3,40-3,60 m de profundidad

Estos tramos de menor resistencia, y escaso espesor, se pueden asociar a pasadas donde predominan los materiales granulares cuaternarios más finos. El resto del perfil podría corresponder con los depósitos de gravas cuaternarias (unidad geotécnica I-A), con excepción del último tramo, a partir de los 6 metros de profundidad, que también podría corresponderse con el sustrato terciario (unidad geotécnica II).

#### 4.1.4. Niveles freáticos

Los sondeos y calicatas en los que se ha detectado nivel de agua se indican en el cuadro siguiente.

UNIDAD DE OBRA	REFERENCIA	PROFUNDIDAD INVESTIGADA (m)	PRESENCIA DE AGUA	PROFUNDIDAD AGUA (m)
BALSA 2	BP2-S1	9,30	Flujo	6,43
BALSA 3	BP3-S1	8,00	Rezume	1,50
RED DE TUBERÍAS	CAR C-10	3,50	Flujo	2,90
	CAR C-13	3,30	Rezume	3,30
	CAR C-19	2,90	Flujo	1,90

En la mayoría de los casos se trata de circulación del agua de infiltración directa de la lluvia, de los excedentes del riego y por los aportes de los barrancos que enlazan directamente con las superficies de los glacia y demás depósitos cuaternarios. Así la circulación de agua tiene lugar por la base de los materiales granulares cuaternarios (gravas y limos arenosos) sobre los materiales arcillosos impermeables del sustrato Terciario (argilitas). En el caso de la calicata C-13 el agua circula a través de un nivel de arenitas muy alterado.

En general la humedad detectada en los diferentes trabajos de campo era notable, así que es probable que en época de riego la aparición de rezumes de agua en la zona de estudio sea mayor.

#### 4.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

##### 4.2.1. Ensayos realizados

Las muestras tomadas en los sondeos y las calicatas fueron examinadas por personal especializado y agrupadas de modo conveniente. Se decidió someter a ensayo una serie de muestras representativas de cada uno de los tipos de terreno aparecidos. Los ensayos han sido realizados por TerraLabs Control que cuenta con las acreditaciones pertinentes para estos trabajos.

El tipo de ensayos que se han realizado, la normativa aplicada y el número de ellos se recogen en la tabla adjunta.

Tipo de Ensayo	Normativa	Nº ensayos
Análisis granulométrico por tamizado	UNE-103101/95	9
Determinación del contenido en finos (tamaño < 0,08 UNE)	-	2
Determinación de límites de Atterberg	UNE-103103/94 y UNE-103104/93	13
Determinación de la densidad aparente	UNE-103301/94	3
Determinación de la humedad natural	UNE-103300/93	4
Ensayo compactación proctor modificado	UNE-103501/94	3
Ensayo de compresión simple	UNE-103400/93	5
Determinación del contenido de sulfatos solubles en suelos	UNE-103201/96	5
Determinación de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro	UNE-103602/96	1
Determinación del hinchamiento libre de un suelo en edómetro	UNE-103601/96	1
Ensayo de corte directo CD (consolidado y drenado)	UNE-103401/98	2
Ensayo de corte directo CU (consolidado y no drenado)	UNE-103401/98	1

##### 4.2.2. Resultados

En el Anejo V se incluyen los boletines de cada uno de los ensayos realizados. Los resultados obtenidos se recogen en el cuadro de la página siguiente.

Referencia	Profundidad (m)	Clasificación USCS	% Grava >2mm	% Arena 2 - 0,08 mm	% Finos <0,08mm	LL %	LP %	IP	Proctor modificado		Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad natural (%)	Compresión simple		Corte Directo CD (al 98% P.M.)		Corte Directo CU		Presión de hinchamiento (kPa)	Hinchamiento libre al 98% P.M. (%)	Sulfatos SO <sub>3</sub> %	Litología	UNIDAD GEOTÉCNICA		
									Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)				q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Def. a rotura (%)	Cohesión (kPa)	Angulo roz. Int. (°)	Cohesión (kPa)	Angulo roz. Int. (°)							
BP3 C1 + BP3 C3	2,00 1,60					32,0	16,8	15,1	1,98	12,26							66,33	25,54				1,60		Arcilla (SRA)	II-A	
BP2 C4	1,40	GW GM	70	21	9	NP	NP	NP	2,14	7,89												< 0,1		Grava	I-A	
BP2 C4	3,90	ML	4	7	89	NP	NP	NP																Limos	I-B	
BP1 C3	3,40	ML	1	34	65	NP	NP	NP	1,89	12,41							32,26	38,89						Limos	I-B	
BOM C1	1,50	ML	4	31	65	NP	NP	NP														< 0,1		Limos arenosos	I-B	
CAR C1	4,60	ML	1	16	83	NP	NP	NP														< 0,1		Arcilla limosa	I-B	
CAR C7	1,90	ML	1	24	75	NP	NP	NP																Arenas limosas	I-B	
CAR C10	1,20	ML	0	12	88	NP	NP	NP														< 0,1		Limos arcillosos	I-B	
CAR C13	1,30	CL			98,9	30,6	15,7	14,9														< 0,1		Argilita (SRA)	II-A	
BP1 S1	2,00-2,60	ML	6	40	54	NP	NP	NP			2,10	1,81	15,90						6,08	34,56				Limos arenosos	I-B	
BP2 S1	6,60-7,00					34,3	22,0	12,4					17,50	2,10	4,95										Argilita	II-B
BP2 S2	5,60-6,20		1	10	89	NP	NP	NP			2,14	1,75	22,30	0,51	14,86										Arcillas	I-B
BP3 S1	2,00-2,40	CL			85,1	34,4	19,3	15,0			2,13	1,79	18,70	1,07	4,45					14,71					Arcillas (SRA)	II-A
BP3 S1	3,50-3,70													48,23	3,24										Limolita	II-B
BP3 S1	5,60-6,00													20,98	3,43										Arenita	II-B

## 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO

Los materiales reconocidos en el área estudiada se han dividido en 3 grupos (suelo vegetal / tierra de labor, depósitos cuaternarios y sustrato terciario) y en 5 unidades geotécnicas:

- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor
- Unidad I: Depósitos cuaternarios
  - I-A: Suelos granulares gruesos
  - I-B: Suelos granulares finos
- Unidad II: Sustrato Terciario
  - II-A: Arcillas y arenas (sustrato alterado)
  - II-B: Limolitas, arenitas y argilitas (sustrato sano)

### 5.1. UNIDAD 0. SUELO VEGETAL / TIERRA DE LABOR

El suelo vegetal / tierra de labor tiene una composición muy variable de unas zonas a otras, desde arcillosa hasta limo-arenosa, generalmente con cantos de tamaño gravilla, de color marrón oscuro y con presencia de raíces. De forma muy puntual presenta material de relleno con restos de algún cascote de ladrillo.

En la zona de la balsa BP-1 y en la estación de turbinado presenta un espesor de 0,40 a 0,60 m, en la zona de la balsa BP-2 de 0,40 a 0,50 m, en la zona de la balsa BP-3 de 0,40 a 0,60 m, en la zona de la estación de rebombeo de 0,40 y en la red de tuberías un espesor medio de unos 0,50 m (con un mínimo de 0,40 y un máximo de 0,90 m).

Esta unidad carece de interés geotécnico ya que debe ser retirada en todas las zonas de actuación.

### 5.2. UNIDAD I. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Estos materiales aparecen recubriendo el sustrato terciario en la mayor parte de la zona estudiada. Con independencia de su origen (glacis, coluvio-aluvial, aluvial, etc.), se han considerado dos tipos principales a partir de su composición granulométrica:

- I-A: suelos granulares gruesos, constituidos por gravas heterométricas con contenido variable de bolos, que pueden alcanzar gran tamaño.
- I-B: suelos granulares finos, constituidos por arcillas limosas a limos arenosos en proporciones variables

#### 5.2.1. Unidad I-A. Suelos granulares gruesos

Se trata de suelos granulares gruesos constituidos por gravas calcáreas, predominantemente finas y medias, mayoritariamente lajosas y subangulosas a subredondeadas, con proporción variable de matriz y bolos. La matriz es fundamentalmente limo-arenosa, de tonos marrones. En general, el tramo más superficial de estos depósitos es de color blanquecino por carbonatación y presenta un grado variable aunque en general bajo de cementación.

Estos materiales aparecen en las balsas BP-1 y BP-2, así como en 15 de las 20 calicatas para la red de tuberías + estación de rebombeo. Sus espesores son muy variables, con un máximo detectado de 3,90 m en la balsa BP2.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio.

Referencia	Profundidad (m)	Clasificación USCS	% Grava >2mm	% Arena 2 - 0,08 mm	% Finos <0,08mm	LL %	LP %	IP	Proctor modificado		Sulfatos SO <sub>3</sub> %	Litología	UNIDAD GEOTÉCNICA
									Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)			
BP2 C4	1,40	GW GM	70	21	9	NP	NP	NP	2,14	7,89	< 0,1	Grava	I-A

La muestra ensayada se clasifica, según SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), como GW-GM (gravas con arenas limosas). En el material observado en las calicatas, los bolos aparecen en porcentajes muy variables pudiendo localmente ser muy abundantes y llegando a alcanzar un tamaño máximo de unos 50 cm.

La fracción fina supone el 9% y carece de plasticidad.

Orientativamente y según su comportamiento en corte en las calicatas, se trataría de gravas densas, pudiendo asignarles una densidad aparente de 2,1 t/m<sup>3</sup>.

#### Caracterización resistente por ensayos de campo

Desde el punto de vista de caracterización de la resistencia in situ de este tipo de terreno se dispone de 12 ensayos SPT, que dieron valores de golpeo entre 8 y 66 (obtenido en el BP1-S1 entre los 2,90-3,20 m).

Sondeo	Profundidad (m)		Ensayo SPT					N <sub>60</sub>	Litología dominante	NIVEL
			Nº de golpes / 15 cm				N <sub>SPT</sub>			
			N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>				
BP1-S1	1,00	1,45	9	4	4		8	8	Gravas	I-A
	2,60	3,20	11	15	31	35	46	46	Limos arenosos / Gravas	I-B / I-A
	4,00	4,60	10	4	16	23	20	20	Gravas	I-A
	5,60	6,05	14	17	17		34	34	Gravas	I-A
	7,60	8,05	2	11	16		27	27	Gravas	I-A
	8,60	9,05	11	11	18		29	28	Gravas	I-A
BP2-S1	1,00	1,60	15	21	19	22	40	40	Gravas	I-A
	2,50	3,10	16	20	17	16	37	37	Gravas	I-A
	4,00	4,45	12	12	4		16	16	Gravas / Arcillas	I-A / I-B
BP2-S2	1,00	1,45	14	18	17		35	35	Gravas	I-A
	2,50	2,95	25	21	18		39	39	Gravas	I-A
	4,00	4,45	13	16	16		32	32	Gravas	I-A

En negrita: no se ha aplicado corrección de energía ni de profundidad

- 2 ensayos DPSH en la balsa BP2

En la penetración BP2-P1 esta unidad está caracterizada por presentar valores de golpeo N<sub>DPSH</sub> entre 13 y 83, con un promedio de 41. Mientras que en la penetración BP2-P2 los valores de golpeo N<sub>DPSH</sub> son superiores a 10.

- 2 ensayos DPSH en la estación turbinado, anexa a la balsa BP1

En las penetraciones TUR-P1 y TUR-P2 esta unidad se caracteriza por presentar valores de golpeo muy variables en la vertical. Con valores mínimos de golpeo  $N_{DPSH} = 13$  y un valor medio de  $N_{DPSH}$  en torno a 40.

- 1 ensayo DPSH en la estación de rebombeo

En la penetración BOM-P1 esta unidad se caracteriza por presentar golpes altos, con un valor de  $N_{DPSH}=33$ , obteniéndose seguidamente el rechazo a una profundidad de 1,60 m.

En todos los ensayos de campo los valores de golpeo más bajos, tanto de SPT como los de DPSH, se asocian a la presencia de limos arenosos, ya sea por al presencia de hileras de limos arenosos dentro de las gravas, como por la zona de contacto entre limos y gravas.

En vista de estos resultados adoptaremos para el cálculo de los parámetros geotécnicos de esta unidad un valor  $N_{60}=30$ .

**Parámetros geotécnicos**

El comportamiento geotécnico de estos materiales será el de un suelo granular

**Densidad relativa**

A partir del  $N_{SPT}$  se obtiene la densidad relativa, utilizando la expresión general señalada en ISOPT-1(1988):

$$DR(\%) = 25 \times N^{0,44} \times (100 \times \sigma'_{v0})^{-0,13}$$

Siendo:

$\sigma'_{v0}$ : presión vertical efectiva en kPa  
 N:  $N_{60}$

Para  $N_{60}=30$  se obtiene una densidad relativa **DR=46%**.

**Ángulo de rozamiento interno**

Schmertmann (1977) para suelos granulares estima que el ángulo  $\phi$  se relaciona con la densidad relativa a partir de la expresión:

$$\phi = 38 + 0,08 * DR$$

Giuliani y Nicoll, basándose en métodos estadísticos propusieron:

$$tg\phi = 0,575 + 0,361 * (DR)^{0,866}$$

Adicionalmente autores como Kishida o Muromachi proponen relaciones directas con el SPT:

- $\phi = 12 + (20 \times N)^{0,5}$
- $\phi = 20 + 3,5 \times N^{0,5}$

Según dichas expresiones, para  $N_{60}=30$  los valores de ángulo de rozamiento interno se situarían entre  $36^\circ$  y  $42^\circ$ . Se adopta del lado de la seguridad un valor  **$\phi=38^\circ$** .

**Cohesión**

Dadas las características de este tipo de material, se considera cohesión nula con o sin drenaje,  **$c = 0$  t/m<sup>2</sup>**.

La cementación por carbonatos del tramo superficial supone una cohesión apreciable, aunque muy difícil de evaluar por la irregularidad del grado de cementación existente, que es en general bajo.

**Módulo de deformación**

Para el cálculo y estimación de los módulos de deformación de los materiales granulares, del tipo de estas arenas, se han considerado las correlaciones existentes en la bibliografía y que relacionan el módulo de deformación elástico con los golpes obtenidos en los ensayos de penetración dinámica estándar (SPT). Concretamente se han considerado las siguientes formulaciones:

- Begueman (1974)  $E = 40 + 12(N_{SPT} - 6)$  (kg/cm<sup>2</sup>)
- Wrench y Nowatzki  $E = 2,22 \times N^{0,888}$  (MPa)
- D'Appolonia et al. (1970)  $E = 7,56 \times N_{SPT} + 187,5$  (kg/cm<sup>2</sup>)
- Angnostoupoulos  $E = 7,5 + 0,8 \times N_{SPT}$  (Mpa)
- Bowles (1983)  $E = 7,5 + 0,5 \times N_{SPT}$  (MPa)

A partir de estas expresiones, se obtienen valores de módulo de deformación (E) que varían entre  $E=225$  kg/cm<sup>2</sup> y  $E=455$  kg/cm<sup>2</sup> con un valor promedio de  **$E=347$  kg/cm<sup>2</sup>**.

Los parámetros geotécnicos considerados para esta unidad serían los siguientes:

	<b><math>N_{SPT}</math></b>	<b>Densidad (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ángulo rozamiento interno</b>	<b>Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Módulo deformación (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Nivel I-A	30	2,1	38°	0,0	345

**Otros aspectos geotécnicos**

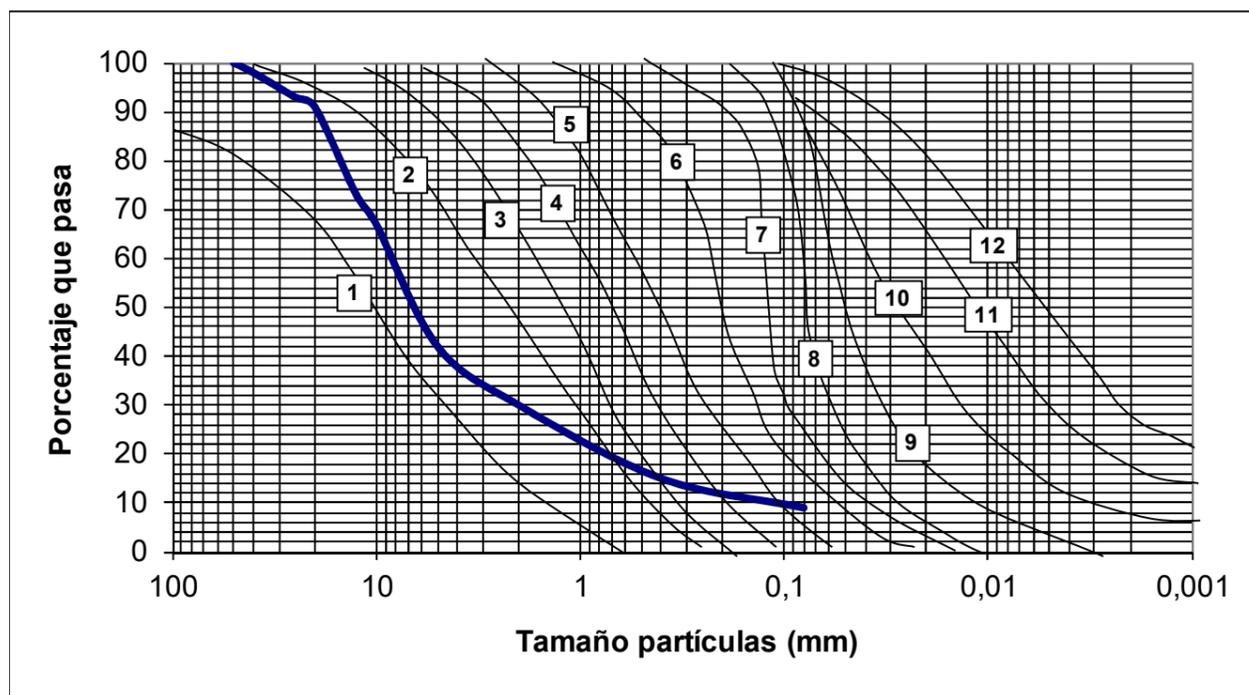
**Expansividad y colapsabilidad**

Por sus características composicionales se descartan riesgos de expansividad y colapsabilidad.

**Permeabilidad**

Desde el punto de vista de la permeabilidad lo catalogaríamos como un terreno muy permeable (con un K del orden de  $10^{-2}$  cm/s).

CLASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K (cm/s)	3	0,7	0,1	0,05	9.10 <sup>-3</sup>	5.10 <sup>-3</sup>	2.10 <sup>-3</sup>	7.10 <sup>-4</sup>	7.10 <sup>-5</sup>	1.10 <sup>-5</sup>	<1.10 <sup>-5</sup>	<<1.10 <sup>-5</sup>



**Agresividad**

En el ensayo de determinación del contenido en sulfatos solubles se ha obtenido un resultado de <0,1%, por lo que se clasifican como de agresividad nula a los hormigones.

**Excavabilidad**

La excavabilidad de estos materiales en su conjunto es variable, dependiendo del grado de cementación por carbonatos que presenten y del tamaño de los bolos. En cualquier caso, son excavables por medios convencionales.

**Aprovechamiento en obra**

Por granulometría y plasticidad, según PG-3, una vez eliminados los tamaños superiores a 100 mm se clasifican como suelos seleccionados.

Previa eliminación de los tamaños superiores a 100 mm, son aptos para su aprovechamiento en diques.

También son aptos para relleno seleccionado de zanjas tras un cribado que elimine los tamaños superiores a 50 mm.

Mediante cribado y clasificación se puede obtener grava 6-12 mm para la cama de las tuberías.

Se ha realizado 1 ensayo de compactación Proctor Modificado para su puesta en obra con los siguientes resultados:

- Densidad máxima 2,14 g/cm<sup>3</sup>
- Humedad óptima 7,89 %

Como relleno compactado, pueden considerarse los parámetros de corte propuestos (NAVFAC, 1971) para gravas tipo GM:

- Ángulo de rozamiento interno: 36° (> 34°)
- Cohesión: 0 t/m<sup>2</sup>

**5.2.2. Unidad I-B. Suelos granulares finos**

En este nivel se han incluido aquellos suelos constituidos por limos con diferente contenido en arcillas, arenas y gravas, cuya fracción fina es superior al 50%.

Estos materiales aparecen en las tres balsas, en la estación de rebombear y en la de turbinado, así como en 11 de las 19 calicatas para la red de tuberías. Sus espesores son muy variables, llegando a superar los 3,00 metros.

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en estos materiales son los siguientes:

Referencia	Profundidad (m)	Clasificación USCS	% Grava >2mm	% Arena 2 - 0,08 mm	% Fines <0,08mm	LL %	LP %	IP	Proctor modificado		Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad natural (%)	Compresión simple		Corte Directo CD (al 98% P.M.)		Corte Directo CU		Sulfatos SO <sub>4</sub> %	Litología	UNIDAD GEOTÉCNICA		
									Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)				q <sub>v</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Def. a rotura (%)	Cohesión (kPa)	Angulo roz. int. (°)	Cohesión (kPa)	Angulo roz. int. (°)					
BP2 C4	3,90	ML	4	7	89	NP	NP	NP														Limos	I-B	
BP1 C3	3,40	ML	1	34	65	NP	NP	NP	1,89	12,41						32,26	38,89					Limos	I-B	
BOM C1	1,50	ML	4	31	65	NP	NP	NP													< 0,1	Limos arenosos	I-B	
CAR C1	4,60	ML	1	16	83	NP	NP	NP													< 0,1	Arcilla limosa	I-B	
CAR C7	1,90	ML	1	24	75	NP	NP	NP														Arenas limosas	I-B	
CAR C10	1,20	ML	0	12	88	NP	NP	NP													< 0,1	Limos arcillosos	I-B	
BP1 S1	2,00-2,60	ML	6	40	54	NP	NP	NP			2,10	1,81	15,90					6,08	34,56			Limos arenosos	I-B	
BP2 S2	5,60-6,20	ML	1	10	89	NP	NP	NP			2,14	1,75	22,30	0,51	14,86								Arcillas	I-B

Por granulometría y plasticidad, según el sistema SUCS, se clasifican como ML "Limos arenosos no plásticos". La fracción fina (tamaño inferior a 0,08 mm) es superior al 50%. La fracción arena (tamaño entre 2 y 0,08 mm) varía entre el 7 y 40%. Por último la fracción grava (tamaño superior a 2 mm) es nula o reducida (0-6%).

La plasticidad reconocida es nula en los 8 ensayos realizados.

La densidad aparente es de 2,10-2,14 g/cm<sup>3</sup> (media de 2,12 g/cm<sup>3</sup>), con humedades naturales del 15,90-22,30% (media de 19,10%). La densidad seca oscila entre 1,75 y 1,81 g/cm<sup>3</sup> (media de 1,78 g/cm<sup>3</sup>).

**Caracterización resistente por ensayos de campo**

Son escasos los ensayos SPT realizados sobre este tipo de materiales, con un total de 2 que se hayan realizado completamente en dichos materiales. Hay otros dos en el cambio con las gravas del nivel anterior. En la tabla adjunta se recogen los valores de golpeo obtenidos:

Sondeo	Profundidad (m)		Ensayo SPT					N <sub>60</sub>	Litología dominante	NIVEL
			Nº de golpes / 15 cm				N <sub>SPT</sub>			
			N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>				
BP1-S1	2,60	3,20	11	15	31	35	46	46	Limos arenosos / Gravas	I-B / I-A
BP2-S1	4,00	4,45	12	12	4		16	16	Gravas / Arcillas	I-A / I-B
BP2-S2	6,20	6,65	1	2	2		4	4	Arcillas	I-B
BP3-S1	1,20	1,65	3	1	2		3	3	Arcillas	I-B

En las muestras inalteradas, los valores de golpeo equivalente N<sub>SPT</sub> (60% N<sub>MI</sub>) fueron de 7, 7 y 4.

Sondeo	Profundidad (m)		Ensayo Toma de Muestra Inalterada					Litología dominante	NIVEL	
			Nº de golpes / 15 cm				N <sub>MI</sub>			N <sub>SPT</sub> (60% N <sub>MI</sub> )
			N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>				
BP1-S1	2,00-2,60		5	6	6	13	12	7	Limos arenosos a arenas limosas	I-B
	7,00-7,60		6	5	6	5	11	7	Limos arenosos a arenas limosas	I-B
BP2-S2	5,60-6,20		3	3	4	4	7	4	Arcillas	I-B

- 1 ensayo DPSH en la balsa BP2

En la penetración BP2-P1 esta unidad está caracterizada por presentar valores de golpeo medios de N<sub>DPSH</sub>=5.

- 2 ensayos DPSH en la estación turbinado, anexa a la balsa BP1

En las penetraciones TUR P-1 y TUR P-2 esta unidad está caracterizada por presentar valores de golpeo N<sub>DPSH</sub> ≤ 10, con un promedio de 5.

- 1 ensayo DPSH en la estación de rebombeo

En la penetración BOM-P1 esta unidad se caracteriza por presentar valores de golpeo N<sub>DPSH</sub> ≤ 11, con un promedio de 8.

En todos los ensayos de campo los valores de golpeo más altos, tanto de SPT como los de DPSH, se asocian a la presencia de gravas, ya sea por la variable presencia de gravas dentro de los limos arenosos, como por la zona de contacto entre limos y gravas.

En vista de estos resultados adoptaremos para el cálculo de los parámetros geotécnicos de esta unidad un valor N<sub>60</sub>=6.

**Parámetros geotécnicos**

**Densidad relativa**

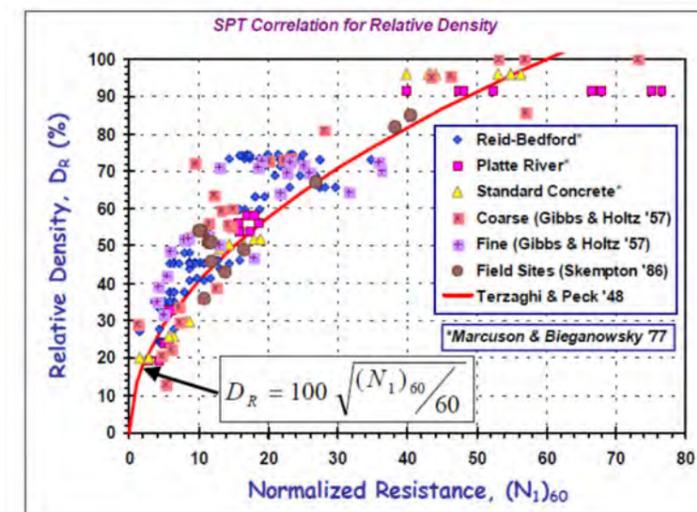
A partir del N<sub>SPT</sub> se obtiene la densidad relativa utilizando la expresión siguiente para arenas:

$$\ln(Dr \%) = 0,478 \times \ln(N_{60}) - 0,262 \times \ln(\sigma'_{vo}) + 2,84$$

dónde: Dr = densidad relativa  
 σ'vo = presión vertical efectiva en t/m<sup>2</sup>  
 N<sub>60</sub> = se utilizan los valores obtenidos en función de su profundidad

Según los valores adoptados anteriormente, las arenas tendrán una densidad relativa **DR=23%**.

Este parámetro también puede valorarse indirectamente a partir de la densidad relativa aplicando la gráfica y ecuación adjunta (Skempton, 1986) en la que se utiliza el valor del SPT normalizado y corregido.



Según el gráfico y desde el lado de la seguridad, tomando para ello el menor valor de N<sub>60</sub> obtenido (6), las arenas tendrán una densidad relativa aproximada de **DR=32%**.

**Ángulo de rozamiento interno y cohesión**

Para arenas existen numerosas correlaciones desarrolladas en el tiempo que relacionan el SPT y la densidad relativa con el ángulo de rozamiento interno.

Meyerhof, a partir de la densidad relativa, establece la siguiente expresión para calcular el ángulo de rozamiento interno en arenas con más de un 5% de finos: θ=25+(0,15\*DR). A partir de esta expresión se obtendría un ángulo de rozamiento interno de 30°.

Otros autores como Dunhan proponen relaciones directas con el SPT:

$$\phi = 25 + (12 \times N)^{0,5}$$

Según dicha expresión, el valor del ángulo de rozamiento interno sería de 34°.

Se ha realizado un ensayo de corte tipo CU, obteniéndose un ángulo de rozamiento interno de 35°.

A la vista de estos resultados se adopta un valor de 33°.

En el ensayo de corte directo CU realizados se obtiene un valor de cohesión de 0,06 kg/cm<sup>2</sup>. En una muestra rota a compresión simple se obtiene una resistencia de 0,5 kg/cm<sup>2</sup>.

A la vista de estos datos puede considerarse una cohesión **0,10 kg/cm<sup>2</sup>** para estos materiales.

**Módulo de deformación.**

Para el cálculo y estimación de los módulos de deformación en suelos arenosos, se han considerado las correlaciones existentes en la bibliografía y que relacionan el módulo de deformación elástico con

los golpes obtenidos en los ensayos de penetración dinámica estándar (SPT). Concretamente se han considerado las siguientes formulaciones:

Webb:	$E \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 4 (N_{60} + 12)$
Meigh y Nixon	$E \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 8 (N_{60})$
Denver:	$E \text{ (MPa)} = 7 \times (N_{60})^{1/2}$
D'Appolonia <i>et al.</i> (1970)	$E \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (10,6 \times N_{60}) + 215$
Shultz y Horn:	$E \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (5,17 \times N_{60}) + 76,4$

A partir de estas expresiones, se obtienen valores de módulo de deformación que varían entre 36 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Se adopta para el cálculo el valor promedio **E=110 kg/cm<sup>2</sup>**.

Los parámetros geotécnicos de este nivel serían los siguientes:

	N <sub>SPT</sub>	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo deformación (kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel I-B	6	2,10	33°	0,1	110

**Otros aspectos geotécnicos**

**Expansividad**

Dada la nula plasticidad de los materiales se descartan posibles problemas de expansividad.

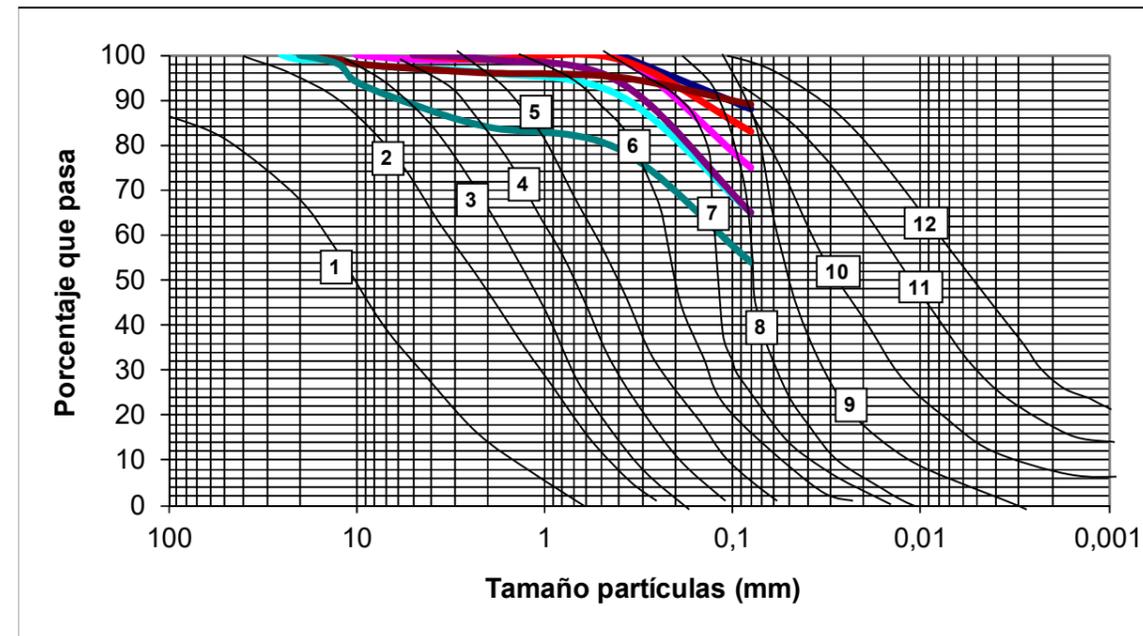
**Colapsabilidad**

Por su alta densidad seca (1,75-1,81 g/cm<sup>3</sup>) y su nula plasticidad se descartan problemas de colapsabilidad.

**Permeabilidad**

Para valorar la permeabilidad se suele recurrir habitualmente a métodos basados en las granulometrías. En este caso se utilizan las curvas de Breddin que asignan una permeabilidad según el ajuste de la curva granulométrica de laboratorio a unas curvas predeterminadas. Al compararlas se verifica que mayoritariamente éstas se sitúan por encima de la clase 8 por lo que se asignaría una permeabilidad igual o inferior a 10<sup>-4</sup> cm/s, propia de un terreno de permeabilidad baja.

CLASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K (cm/s)	3	0,7	0,1	0,05	9.10 <sup>-3</sup>	5.10 <sup>-3</sup>	2.10 <sup>-3</sup>	7.10 <sup>-4</sup>	7.10 <sup>-5</sup>	1.10 <sup>-5</sup>	<1.10 <sup>-5</sup>	<<1.10 <sup>-5</sup>



**Agresividad**

Se han realizado tres ensayos de laboratorio para determinar la agresividad química a los hormigones, obteniéndose en todos un contenido en sulfatos <0,1%, por lo que calificaríamos a este terreno como de agresividad nula a los hormigones.

**Excavabilidad**

Se trata de materiales fácilmente excavables por medios convencionales.

**Aprovechamiento en obra**

Por su granulometría y plasticidad se calificarían como suelos tolerables (PG-3) que podrían utilizarse en el núcleo de los diques o terraplenes. Así como para los rellenos de zanjas de tubería donde podrían aplicarse directamente ya que para este tipo de rellenos no existe una limitación específica composicional, únicamente de tamaño máximo.

Para su puesta en obra se ha realizado un ensayo Proctor Modificado obteniéndose una densidad máxima de 1,89 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima del 12,41%.

Para caracterizar su comportamiento geotécnico como relleno compactado, se toma como referencia el ensayo de corte directo tipo CD (consolidado y drenado) realizado sobre muestra remoldeada al 98% del Proctor modificado. Los valores obtenidos son:

- Ángulo de rozamiento interno: 38°
- Cohesión: 0,3 kg/cm<sup>2</sup>.
- Densidad: 2,10 g/cm<sup>3</sup>

**5.3. UNIDAD II. SUSTRATO TERCIARIO**

El sustrato terciario (Mioceno) está constituido predominantemente por lutitas y argilitas pardo-rojizas con intercalaciones de niveles de arenitas cementadas y limolitas.

Aparece en las balsas BP2 y BP3, así como en 4 de las 19 calicatas para la red de tuberías.

En este sustrato se distinguen dos tipos de materiales:

- Una parte superior alterada a arcillas con alguna intercalación de arenas.
- Un sustrato sano formado mayoritariamente por lutitas/argilitas de tonos pardo-rojizos, con limotitas y areniscas, sobre todo en la zona de la balsa BP3.

**5.3.1. Unidad II-A: arcillas (sustrato alterado)**

La presencia de una zona de alteración en la parte superior del sustrato es una constante en toda la zona. Está constituida fundamentalmente por arcillas de tonos, fundamentalmente, marrones y pardo-rojizos, con alguna intercalación de arenas de tonos ocres que proceden de la alteración de arenitas.

Aparece en las balsas BP-2 (solo en los sondeos) y BP-3 (tanto en los sondeos como en todas las calicatas), así como en 3 de las 19 calicatas para la red de tuberías. Los espesores son muy variables, con un mínimo de 0,20 m en el sondeo BP2-S2 y un máximo de 2,60 m en las calicatas BP3-C4 y CAR C-13.

Los resultados de los ensayos de laboratorio son los siguientes:

Referencia	Profundidad (m)	Clasificación USCS	% Finos <0,08 mm	LL %	LP %	IP	Proctor modificado		Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad natural (%)	Compresión simple		Corte Directo CD (al 98% P.M.)		Presión de hinchamiento (kPa)	Hinchamiento libre al 98% P.M. (%)	Sulfatos SO <sub>3</sub> %	Litología	UNIDAD GEOTÉCNICA	
							Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)				α <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Def. a rotura (%)	Cohesión (kPa)	Angulo roz. Int. (°)						
BP3 C1 + BP3 C3	2,00 1,60			32,0	16,8	15,1	1,98	12,26							66,33	25,54		1,60		Arcilla (SRA)	II-A
CAR C13	1,30	CL	98,9	30,6	15,7	14,9												< 0,1		Argilita (SRA)	II-A
BP3 S1	2,00-2,40	CL	85,1	34,4	19,3	15,0			2,13	1,79	18,70	1,07	4,45							Arcillas (SRA)	II-A

Granulométricamente se caracterizan por una clara preponderancia de la fracción fina (inferior a 0,08 mm), con valores que se sitúan entre 85,1 y 98,9%.

La fracción fina es de media plasticidad, con límite líquido de 30,6-34,4% e índice de plasticidad de 14,9-15,1.

Según el sistema SUCS se clasifican como CL "arcillas de baja-media plasticidad".

**Caracterización resistente por ensayos de campo**

Se dispone de los siguientes resultados:

- 3 ensayos SPT

Sondeo	Profundidad (m)		Ensayo SPT					N <sub>60</sub>	Litología dominante	NIVEL
			Nº de golpes / 15 cm				N <sub>SPT</sub>			
			N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>				
BP2-S1	5,50	5,95	7	12	20		32	32	Arcillas (SRA)	II-A
BP2-S2	7,00	7,44	5	20	Rzo		100	100	Arcillas (SRA)	II-A
BP3-S1	2,40	2,60	36	Rzo			100	100	Arcillas (SRA)	II-A

En negrita: no se ha aplicado corrección de energía ni de profundidad

- 1 muestra inalterada

Sondeo	Profundidad (m)		Ensayo Toma de Muestra Inalterada					Litología dominante	NIVEL	
			Nº de golpes / 15 cm				N <sub>MI</sub>			N <sub>SPT</sub> (60% N <sub>MI</sub> )
			N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub>				
BP3-S1	2,00-2,40		7	39	Rzo		100	100	Arcillas (SRA)	II-A

**Parámetros geotécnicos**

Consideraremos esta unidad II-A constituida enteramente por arcillas y su comportamiento geotécnico el de un suelo puramente cohesivo.

**Resistencia a compresión simple / Cohesión**

A partir de un valor de N<sub>SPT</sub>= 32 se puede estimar la resistencia a compresión simple aplicando la correlación de Pasqualini (q<sub>u</sub>=0,1418·N<sub>SPT</sub>) con la que se llega a valores del orden de q<sub>u</sub>=4,5 kg/cm<sup>2</sup>.

En el ensayo de laboratorio, se obtuvo un valor de resistencia a compresión simple de 1,07 Kg/cm<sup>2</sup>. Este valor es de una muestra inalterada que ha dado rechazo por lo que el resultado obtenido hay que considerarlo anómalo.

A la vista de estos resultados, adoptaremos del lado de la seguridad un valor de **q<sub>u</sub>=3,0 kg/cm<sup>2</sup>**.

Respecto a los parámetros de corte a corto plazo, a partir de la expresión habitualmente considerada c<sub>u</sub>=0,5·q<sub>u</sub>, obtendríamos una cohesión sin drenaje: **c<sub>u</sub>=1,5 kg/cm<sup>2</sup>**.

**Módulo de deformación**

Según la correlación de Stroud, para suelos con IP 14-15 se corresponde una relación E/N= 1500 kPa. Para N<sub>SPT</sub>=32 se obtendría un módulo de deformación E=490 kg/cm<sup>2</sup>.

El módulo de deformación para suelos cohesivos puede calcularse también según la fórmula propuesta por Henkel y Wroth E= 220xc<sub>u</sub>, obteniéndose para c<sub>u</sub>=1,50 kg/cm<sup>2</sup> un módulo de deformación de E=330 kg/cm<sup>2</sup>.

En vista de ello, consideraremos un módulo de deformación medio **E=400 kg/cm<sup>2</sup>**.

En la tabla siguiente se resumen los parámetros geotécnicos de este nivel

Nivel	N <sub>SPT</sub>	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Resistencia compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )	Cohesión Cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo deformación (kg/cm <sup>2</sup> )
II-A	32	2,10	3,0	1,5	400

## Otros aspectos geotécnicos

### **Expansividad**

Según los valores de plasticidad y en base a la tabla siguiente, se calificaría dentro de la categoría II, de expansividad baja-media, al límite de la categoría I de expansividad baja.

Aplicando los criterios de expansividad basados en la plasticidad y humedad del suelo (Oteo, 1986 para suelos españoles) reflejados en la figura adjunta, se observa como las muestras analizadas caerían en el campo I de expansividad nula-baja.

La presión de hinchamiento obtenida en 1 ensayo de laboratorio ha sido  $0,15 \text{ kg/cm}^2$ , propia de un suelo de expansividad baja.

A la vista de estos resultados, podemos concluir que los materiales del nivel II-A son poco expansivos.

### **Colapsabilidad**

Para los términos con plasticidad, Rodríguez Ortiz indica que un suelo tiene riesgo de sufrir colapso si cumple la relación:

Atendiendo a dicha expresión el valor de densidad crítica para estos materiales CL se sitúa en  $1,43 \text{ g/cm}^3$ , que está muy por debajo de la densidad seca de los mismos ( $1,79 \text{ g/cm}^3$ ). Por lo que se descartan problemas de colapsabilidad.

### **Permeabilidad**

Se trata de litologías muy poco permeables a impermeables (arcillas), con un valor estimado de  $K < 10^{-5} \text{ cm/s}$ .

### **Agresividad**

Se realizado un ensayo de laboratorio para determinar la agresividad química a los hormigones, obteniéndose un contenido en sulfatos  $< 0,1\%$ , por lo que calificaríamos a este terreno como de agresividad nula a los hormigones. Sin embargo, en el caso de la balsa BP-3, se observó la presencia de cristales de yeso que podrían localmente dar contenido en sulfatos mayores.

### **Excavabilidad**

Se trata de materiales fácilmente excavables por medios convencionales, si bien conforme disminuye su alteración aumenta su dureza.

En la zona de la balsa BP-3 aparecen intercalaciones de caliza, de escaso espesor ( $< 10 \text{ cm}$ ) y difícil excavación. No debe descartarse la aparición de mayores espesores de dichos niveles lo que podría implicar el uso puntual de martillo hidráulico.

### **Aprovechamiento en obra**

Por su granulometría y plasticidad se calificarían como suelos tolerables (PG-3) que podrían utilizarse en el núcleo de los diques o terraplenes, así como para los rellenos de zanjas de tubería donde podrían aplicarse directamente ya que para este tipo de rellenos no existe una limitación específica composicional, únicamente de tamaño máximo.

Para su puesta en obra se dispone de los ensayos siguientes:

- Densidad máxima PM:  $1,98 \text{ g/cm}^3$
- Humedad óptima PM:  $12,3\%$
- Hinchamiento libre (98% PM):  $1,6\%$
- Ángulo de rozamiento interno (CD remoldeado 98% PM):  $26^\circ$
- Cohesión (CD remoldeado 98% PM):  $0,6 \text{ kg/cm}^2$ .

**5.3.2. Unidad II-B: Argilitas, limolitas y arenitas (sustrato sano)**

El sustrato sano está formado mayoritariamente por argilitas de tonos marrones. En la zona de la balsa BP3 la presencia de limolitas y arenitas intercaladas con las lutitas es destacable.

Se ha alcanzado en los sondeos para las balsas BP2 y BP3, en 4 de las 5 calicatas realizadas en la balsa BP3 y en 1 de las 19 calicatas para la red de tuberías.

Los resultados de los ensayos de laboratorio son los siguientes:

Referencia	Profundidad (m)	LL %	LP %	IP	Humedad natural (%)	Compresión simple		Litología	UNIDAD GEOTÉCNICA
						q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Def. a rotura (%)		
BP2 S1	6,60-7,00	34,3	22,0	12,4	17,50	2,10	4,95	Argilita	II-B
BP3 S1	3,50-3,70					48,23	3,24	Limolita	II-B
BP3 S1	5,60-6,00					20,98	3,43	Arenita	II-B

Las lutitas o argilitas se caracterizan por una clara preponderancia de la fracción fina (inferior a 0,08 mm), que es de media plasticidad, con límite líquido de 34,3% e índice de plasticidad de 12,4.

Según el sistema SUCS se clasifican como CL “arcillas de baja-media plasticidad”.

La densidad aparente oscila entre 2,18 t/m<sup>3</sup> (lutita) y 2,44 t/m<sup>3</sup> (arenisca).

**Parámetros geotécnicos**

El comportamiento geotécnico de estos materiales será el de una roca blanda.

Se dispone de los siguientes datos de RQD que indican una calidad buena de la roca.

Sondeo	Profundidad aparición (m)	Espesor (m)	RQD %	Litología
BP2-S1	6,00	3,30	91	100% Argilitas
BP2-S2	7,40	2,60	83	100% Argilitas
BP3-S1	3,50	4,50	90	29% Limolita 71% Arenita

**Resistencia a compresión de la roca matriz**

Se han realizado 3 ensayos de compresión simple cuyos resultados varían entre 2,1 y 48,3 kg/cm<sup>2</sup>. El valor más bajo es una rotura anómala a favor de una discontinuidad preexistente en una argilita. Se puede adoptar un valor de resistencia de 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Los otros dos ensayos corresponden a una limolita y arenisca, con resistencias q<sub>u</sub>=21 y 48 kg/cm<sup>2</sup>.

**Módulo de deformación de la roca matriz**

El módulo elástico de la roca puede estimarse a partir de la relación E/q<sub>u</sub> que para lutitas es de 50-300 y para areniscas es de 100-400. Adoptando un valor conservador de 150, se obtiene un módulo elástico mínimo (todo argilitas) **E=1000 kg/cm<sup>2</sup>**.

En resumen, los parámetros geotécnicos considerados para el cálculo de cimentaciones serían los siguientes:

Nivel	N <sub>SPT</sub>	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Resistencia compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo deformación (kg/cm <sup>2</sup> )
II-B	Rzo	2,30	>10	1000

**Otros aspectos geotécnicos**

**Colapsabilidad**

Dada la naturaleza rocosa de los materiales se descartan problemas de colapso.

**Expansividad**

Se adoptan idénticas consideraciones que para el nivel II-A

**Agresividad química a los hormigones**

Aunque no se ha realizado determinación de la agresividad en estos materiales, pueden aplicarse los mismos criterios que para el nivel II-A.

**Aprovechamiento de los materiales**

La excavación de estos materiales, en función del grado de fragmentación que se obtenga, proporcionará un todo-uno evolutivo a suelos TOLERABLES, según PG-3.

## 6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

La empresa CINGRAL, S.L. encarga a IGEOSUMA, S.L. la realización de un estudio geotécnico para el proyecto de modernización de las infraestructuras de riego de la C.R. Cartuja-San Juan, que afecta a unas 2773 hectáreas en los T.T.M.M. de Lanaja y Sariñena (Huesca).

En el proyecto se contempla la construcción de tres balsas de almacenamiento de agua, una estación de bombeo, una estación de turbinado y la colocación de una red de tuberías en todo el ámbito de la zona regable que incluye el cruce en varios puntos de la carretera A-1221.

La investigación geológica-geotécnica y los ensayos de campo se han individualizado para cada uno de los tipos de actuación, realizándose una campaña de investigación geotécnica específica para cada una de las tres balsas, para la estación de bombeo, para la estación de turbinado y para la red de tuberías.

El estudio ha consistido en la recopilación bibliográfica, en el reconocimiento geológico por técnicos cualificados de las zonas en las que se ubicarán la red de tuberías, las balsas, la estación de bombeo y la estación de turbinado, y en la valoración geotécnica del terreno a partir de los datos obtenidos en la campaña de trabajos de campo y de ensayos de laboratorio.

Los ensayos geotécnicos han consistido en la realización de 4 sondeos (de entre 8 y 10 m de profundidad cada uno y con un total de 36,25 metros perforados), 35 calicatas de reconocimiento y 5 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH.

Durante la ejecución de los sondeos se han realizado ensayos de resistencia dinámica S.P.T. y se han tomado muestras inalteradas y testigos parafinados. Durante la ejecución de las calicatas también fueron tomadas muestras de los diferentes terrenos reconocidos.

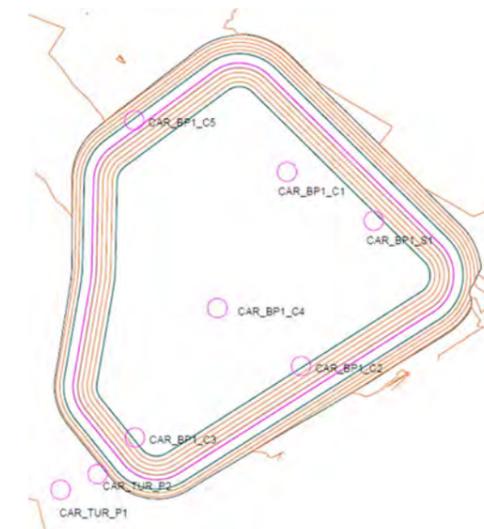
### 6.1. Balsa BP1

Está proyectada sobre un terreno dedicado a cultivo de regadío que tiene una suave pendiente hacia el noreste. Para esta balsa se ha realizado 1 sondeo (BP1-S1) y 5 calicatas (BP1-C1 a BP1-C5). Además, se cuenta con los datos de los ensayos DPSH (TURB-P1 y TURB-P2) realizados para la estación de turbinado, anexa a la balsa. En la figura adjunta se muestra la ubicación de los ensayos, que también se incluye en los planos de situación del Anejo I.

#### 6.1.1 Características

La balsa proyectada es de tipo mixta, excavada y terraplenada, con las siguientes características geométricas:

- Superficie aproximada: 34.000 m<sup>2</sup>
- Volumen de agua: 93.085 m<sup>3</sup>
- Cota de coronación: 345 m.
- Cota de fondo: 340 m.
- Cota terreno aproximada: 340 a 342,5 m

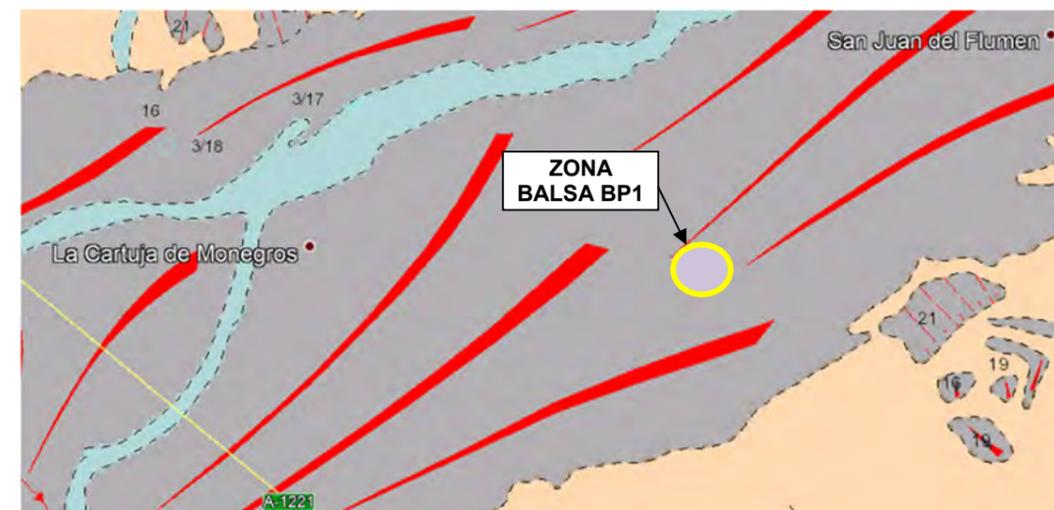


- Talud exterior desmonte: 1H:1V
- Talud exterior terraplén: 2H:1V
- Talud interior: 2,5H:1V

Se ha previsto la colocación de una lámina para impermeabilización del vaso de la balsa.

#### 6.1.2 Modelo geológico-geotécnico

En la figura siguiente se muestra el emplazamiento de la balsa sobre el Mapa Geológico Continuo 1:50.000 del IGME.



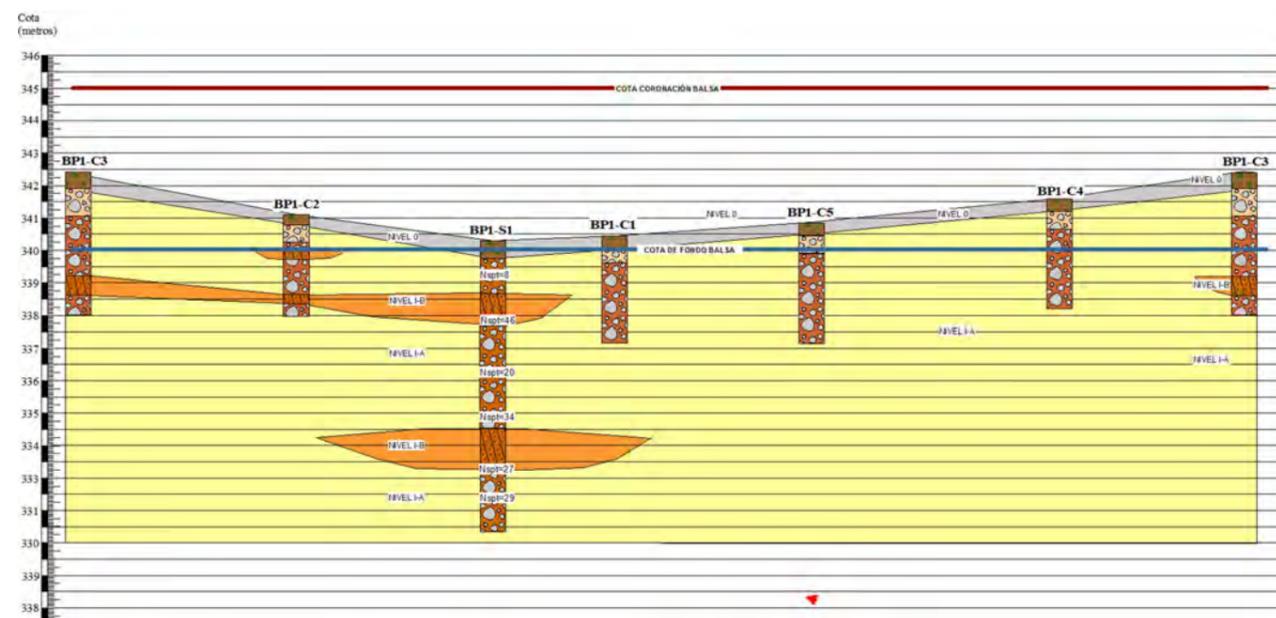
La balsa está situada sobre depósitos cuaternarios de glaciares (unidad cartográfica 16).

A partir de los ensayos de campo y laboratorio se interpreta un modelo de terreno en el que se han diferenciado 3 unidades geotécnicas:

- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor

- Unidad I-A: Suelos granulares gruesos (Cuaternario, glacia)
  - Unidad I-B: Suelos granulares finos (Cuaternario, glacia)

Estas unidades se han caracterizado geotécnicamente en el capítulo 5 de este estudio. Su distribución espacial en profundidad se refleja en los perfiles de correlación del Anejo VI y en las figuras siguientes.



- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor

Está presente en toda la superficie a ocupar por la balsa con un espesor medio de 0,50 m (mínimo 0,40 y máximo 0,60 m).

- Unidad I-A: Suelos granulares gruesos (gravas de depósitos cuaternarios de glacia)

Aparece, bajo la capa de suelo vegetal. Y en la mayor parte de la superficie a ocupar presenta un tramo superior de unos 0,60-0,80 m con una variable cementación por carbonatos. Presenta unos espesores mínimos de 1,20 m.

- Unidad I-B: Suelos granulares finos (limos arenosos de depósitos cuaternarios de glacia)

Aparece intercalado en la unidad I-A y solo se reconoce en el margen sureste de la balsa proyectada. Presenta espesores que oscilan entre los 0,40-1,40 m.

Los parámetros geotécnicos considerados para ambas unidades en la balsa BP1 son los siguientes:

	N <sub>SPT</sub>	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo deformación (kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel I-A	30	2,10	38°	0,0	345
Nivel I-B	6	2,10	33°	0,1	110

- Nivel freático

No se ha detectado presencia de agua hasta la profundidad máxima alcanzada por las investigaciones, aunque no se debería descartar la aparición de rezumes temporales en época de riego, ya que la humedad del terreno en gran parte de la zona estudiada era apreciable.

### 6.1.3 Estabilidad de taludes de excavación

Los taludes de excavación a ejecutar son únicamente los correspondientes al talud de desmonte interior (bajo camino de coronación) proyectado al 2,5H:1V

Este desmonte interior tiene una altura máxima de 2,5 m respecto al terreno natural y será excavado totalmente en los materiales de la unidad I-A, cuyos parámetros geotécnicos son los indicados en el apartado anterior 6.1.2.

No es necesario un análisis de estabilidad ya que al ser un suelo granular basta con obtener la relación de tangentes entre el ángulo de rozamiento interno (38°) y el del talud (22°) para obtener un factor de seguridad de 1,93.

### 6.1.4 Excavabilidad

La excavación de la balsa afectará a las unidades geotécnicas presentes: 0, I-A y I-B, excavables con medios convencionales.

La mayor o menor facilidad de excavación de la unidad I-A depende del grado de cementación por carbonatos que presente en la zona más superficial (bajo el suelo vegetal) y del tamaño de los bolos.

Las excavaciones se desarrollarán en condiciones secas, salvo que se realicen en época de riegos donde es posible la presencia de agua infiltrada de excedentes.

Según el modelo de terreno definido, una vez retirado el suelo vegetal, la práctica totalidad del volumen de excavación corresponderá a las gravas de la unidad I-A y un bajo porcentaje a los limos arenosos de la unidad I-B.

### 6.1.5 Fondo de balsa

Según el perfil de correlación, a la cota 340 m todo el fondo de excavación estará constituido por la unidad I-A, con capacidad portante suficiente.

Por su granulometría gruesa y la nula plasticidad de los pocos finos no plantean problemas de colapsabilidad ni de expansividad.

### 6.1.6 Materiales para la construcción de diques

Los materiales que se obtendrán en la excavación de la balsa son los siguientes:

- Unidad 0

Suelo vegetal / tierra labor, que deberá ser retirado a vertedero o utilizado para revegetación de taludes o nivelaciones de parcelas agrícolas.

- Unidad I-A

Se trata de suelos granulares gruesos constituidos por gravas calcáreas, predominantemente finas y medias, mayoritariamente lajosas y subangulosas a subredondeadas, con proporción variable de matriz y bolos, con la matriz fundamentalmente limo arenosa, de tonos marrones.

Se clasifican como suelos seleccionados a condición de que sean eliminados los tamaños superiores a 100 mm. Los tamaños gruesos a eliminar pueden suponer un porcentaje significativo del volumen de excavación.

Se pueden emplear en la construcción de los **diques** (previa eliminación de los tamaños >100 mm). El material colocado tendrá los siguientes parámetros de compactación y corte:

Unidad geotécnica	Proctor Modificado		Material compactado 98% PM	
	Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
I-A	2,14	7,89	36°	0,0

También son aptos como **relleno seleccionado** de zanjas (eliminando los tamaños >25 mm) y como **relleno ordinario** de zanjas para las tuberías. Además, mediante cribado y clasificación pueden proporcionar **grava 6-12 mm para cama** de las tuberías.

- Unidad I-B

Limos arenosos que se clasifican como suelos tolerables por lo que su aplicación en obra sería limitada, en rellenos de diques, ordinarios de zanjas o en otros rellenos poco exigentes.

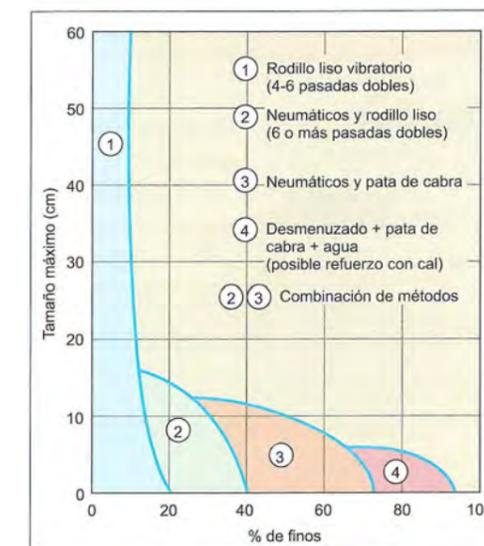
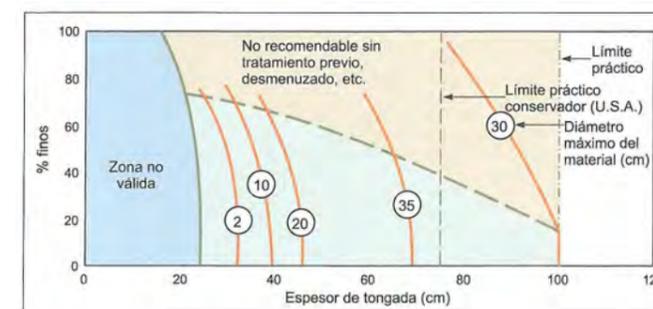
Unidad geotécnica	Proctor Modificado		Material compactado 98% PM	
	Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
I-B	1,89	12,41	38°	0,3

Los criterios generales de puesta de obra, en lo relativo al espesor de las tongadas y el método de compactación, se recogen en las figuras adjuntas.

Para los materiales de la unidad I-A, con un tamaño máximo de 10 cm, se recomienda rodillo liso vibratorio y tongadas de 30 cm.

Para los materiales de la unidad I-B, con un tamaño máximo de 2 cm, se recomienda un desmenuzado previo, rodillo pata de cabra y tongadas de 30 cm.

**Dado que los materiales del nivel I-A son los mayoritarios se utilizará rodillo liso y tongadas de 30 cm de espesor.**



**6.1.7 Cimiento del dique**

El dique proyectado llega a alcanzar una altura máxima próxima a los 5 metros en el lateral noreste. En su zona de apoyo, una vez eliminado el suelo vegetal, aparecerán en superficie las gravas de la unidad I-A, con espesores de más de 8 m.

Para la altura prevista de terraplén y dadas las características geotécnicas de la unidad I-A en la que apoyará (SPT superior a 30) y dado que las intercalaciones limosas (nivel I-B) son escasas, no van a existir problemas de capacidad portante ni de asiento elástico.

**6.1.8 Estabilidad de taludes de terraplén**

Se contemplan dos inclinaciones diferentes en los taludes del terraplén:

- 2H:1V para el talud exterior
- 2,5H:1V para el talud interior

El terraplén será construido con los materiales granulares de las unidades I-A y I-B, cuyos parámetros de corte como materiales compactados son  $\phi=36^\circ$  y  $c=0,0 \text{ kg/cm}^2$  (unidad I-A) y  $\phi=38^\circ$  y  $c=0,3 \text{ kg/cm}^2$  (unidad I-B) por lo que tanto el talud exterior ( $26^\circ$ ) como el interior ( $22^\circ$ ) serán estables, con factores de seguridad de 1,49 y 1,80 respectivamente.

En cualquier caso se analiza la estabilidad en condiciones de desembalse rápido. El análisis de estabilidad se realiza utilizando los métodos tradicionales de Bishop, Janbu, etc y mediante la aplicación del programa de cálculo SLIDE v6.0. Para la situación de desembalse rápido se utiliza el método de Duncan, Wright y Wong (1990). De acuerdo con el "Manual de diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas" del CEDEX, la línea piezométrica resultante se encuentra situada en la superficie del talud interior de la balsa.

Para el cálculo se han considerado los siguientes parámetros geotécnicos.

UNIDAD	Densidad (T/m <sup>3</sup> )	No saturado		Saturado	
		C (kPa)	Phi (°)	C (kPa)	Phi (°)
Terraplén Balsa 1	2,2	5	36	2	36
Unidad IA	2,1	5	38	2	38
Unidad IB	2,1	10	33	5	33

**6.1.9 Agresividad a los hormigones por sulfatos**

Ni la unidad I-A ni la I-B son agresivas a los hormigones por sulfatos.

A los materiales de la unidad IA y los del terraplén, que corresponden a gravas, se ha considerado una pequeña cohesión aparente dado el carácter no lineal de su comportamiento resistente (phi puede variar con la tensión vertical aplicada).

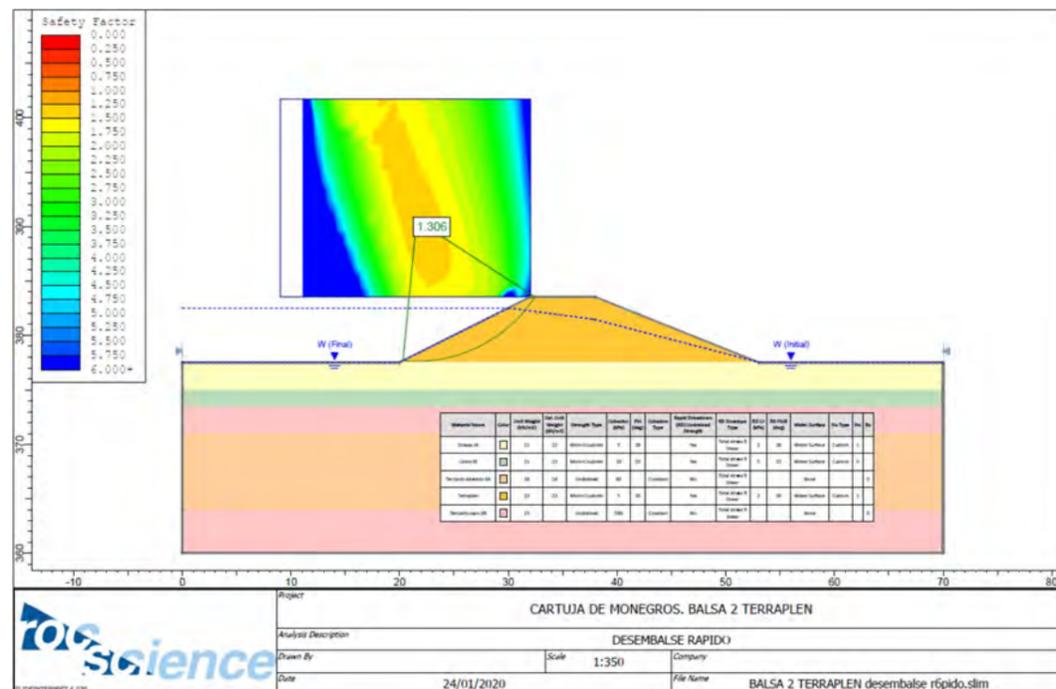
Los factores de seguridad mínimos exigibles que se recogen en la citada publicación son los que se recogen en la figura siguiente:

Tabla III: Valores de los factores de seguridad al deslizamiento

Situación de cálculo	Factores de seguridad
Fin de construcción	1,2 (1,5)
Embalse lleno	1,5 (2,0)
Rotura de lámina	1,3 (1,5)
Sismo a embalse lleno	1,1 (1,3)
Desembalse rápido	1,1 (1,3)

Nota: los valores indicados entre paréntesis son los utilizados en los cálculos realizados en este trabajo, tal como se indica en el Apartado 5 de este texto.

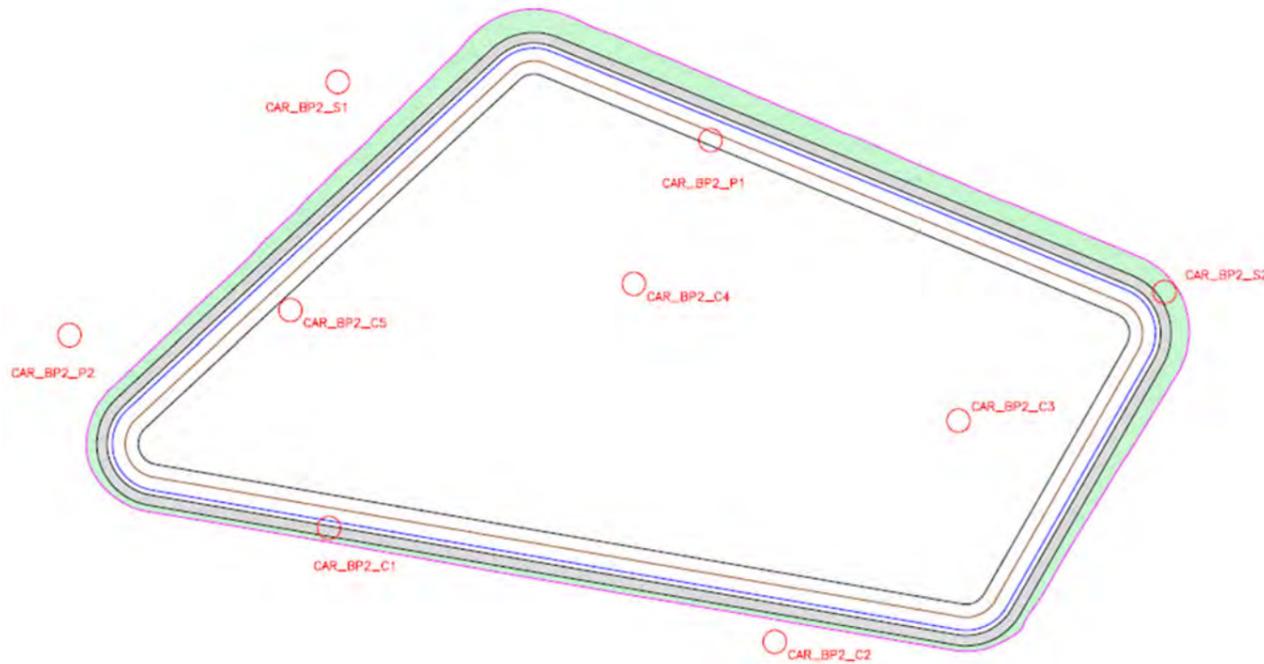
El factor de seguridad que se obtiene es 1,306, superior a los indicados en el Manual del CEDEX.



## 6.2. Balsa BP2

Está proyectada sobre un terreno dedicado a cultivo de secano que tiene una suave pendiente hacia el norte. En el lateral oeste existe un salto topográfico de unos 5 metros hacia el cauce de un barranco, hecho que motivó en su momento un cambio de la geometría de la balsa. Los ensayos S1 y P2 se realizaron sobre el diseño original, en la zona baja al pie del salto.

Para esta balsa se han realizado 2 sondeos (BP2-S1 y BP2-S2), 5 calicatas (BP2-C1 a BP2-C5) y 2 DPSH (BP2-P1 y BP2-P2) En la figura adjunta se muestra la ubicación de los ensayos, que también se incluye en los planos de situación del Anejo I.



### 6.2.1 Características

La balsa proyectada es de tipo mixta, excavada y terraplenada, con las siguientes características geométricas:

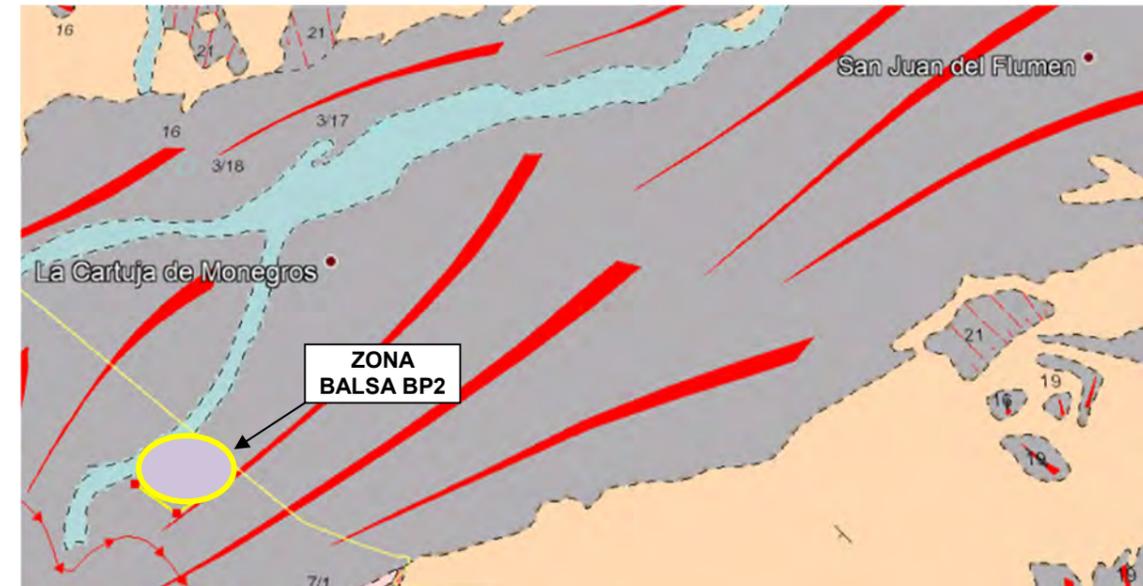
- Superficie aproximada: 95.700 m<sup>2</sup>
- Cota de coronación: 383,5 m.
- Cota de fondo: 377,5 m.
- Cota terreno aproximada: 378 a 382 m
- Talud exterior desmonte: 1H:1V
- Talud exterior terraplén: 2H:1V

- Talud interior: 2,5H:1V

Se ha previsto la colocación de una lámina para impermeabilización del vaso de la balsa.

### 6.2.2 Modelo geológico-geotécnico

En la figura siguiente se muestra el emplazamiento de la balsa sobre el Mapa Geológico Continuo 1:50.000 del IGME.

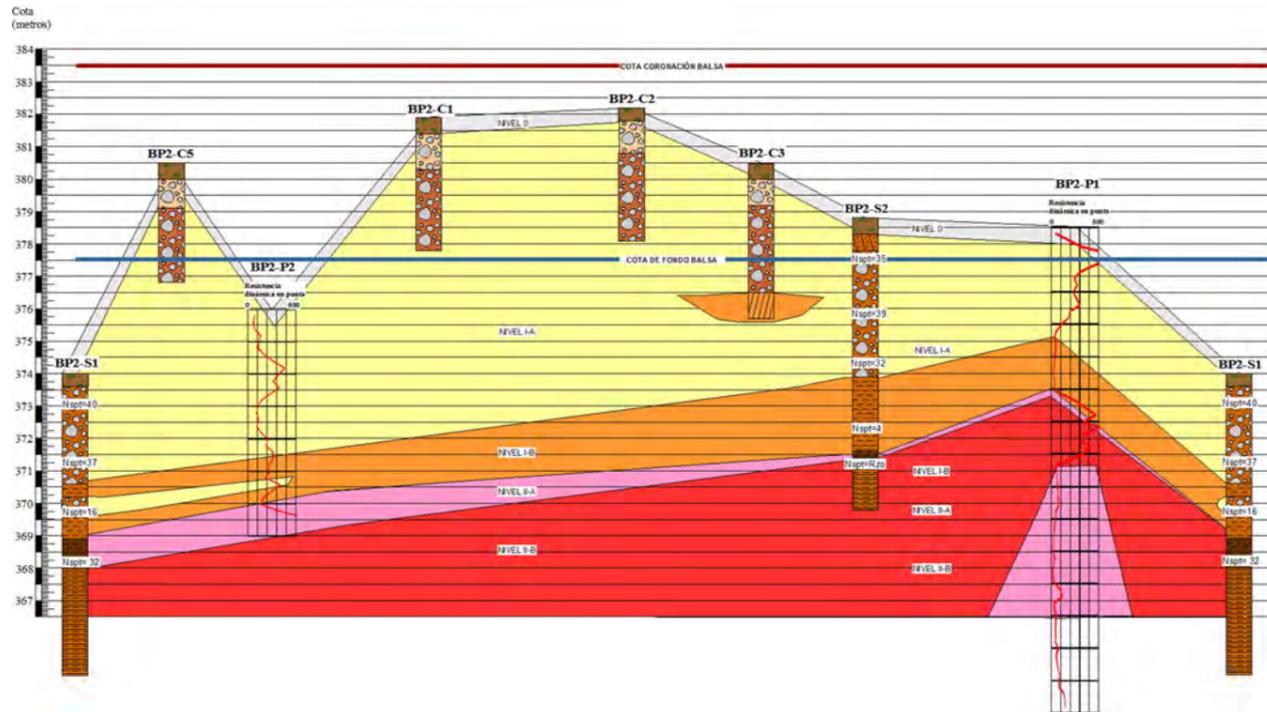


La balsa está situada sobre depósitos cuaternarios de glaciares (unidad cartográfica 16).

A partir de los ensayos de campo y laboratorio se interpreta un modelo de terreno en el que se han diferenciado 5 unidades geotécnicas:

- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor
- Unidad I-A: Suelos granulares gruesos (Cuaternario, glaciares)
- Unidad I-B: Suelos granulares finos (Cuaternario, glaciares)
- Unidad II-A: Arcillas (sustrato terciario alterado)
- Unidad II-B: Argilitas (sustrato terciario sano)

Estas unidades se han caracterizado geotécnicamente en el capítulo 5 de este estudio. Su distribución espacial en profundidad se refleja en los perfiles de correlación del Anejo VI y en las figuras siguientes.



- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor

Está presente en toda la superficie a ocupar por la balsa con un espesor mínimo de 0,40 m y máximo de 0,50

- Unidad I-A: Suelos granulares gruesos (gravas de depósitos cuaternarios de glacia)

Aparece, bajo la capa de suelo vegetal, en la mayor parte de la superficie estudiada. Presenta un tramo superior de un espesor medio de 0,90 m (mínimo de 0,70 y máximo de 0,80 m) con una variable cementación por carbonatos. Presenta unos espesores máximos reconocidos de 3,90 m.

- Unidad I-B: Suelos granulares finos (limos arenosos de depósitos cuaternarios de glacia)

De forma puntual aparece directamente bajo la unidad 0, si bien de forma general aparece intercalado con la unidad I-A. Presenta espesores reconocidos que oscilan entre los 0,40-2,30 m.

- Unidad II-A: Arcillas (sustrato terciario alterado)

Aparece bajo la unidad I-B y se caracteriza por presentar un espesor reducido de 0,20 m a 0,90 m. En el ensayo P1, bajo una capa muy firme, aparece un potente espesor de suelos de baja resistencia que asociamos a un espesor anómalo de alteración del sustrato rocoso. Los golpes en el ensayo DPSH son de 5-10, y sus parámetros geotécnicos serían los de un suelo cohesivo blando.

- Unidad II-B: Argilitas (sustrato terciario sano)

Aparece bajo la unidad anterior II-A.

Los parámetros geotécnicos considerados para estas unidades en la balsa BP2 son los siguientes:

	N <sub>SPT</sub>	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo deformación (kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel I-A	30	2,10		38°	0,0	345
Nivel I-B	6	2,10		33°	0,1	110
Nivel II-A	32	2,10	3,0			400
Nivel II-A (P1)	5-10	1,80	1,2			135
Nivel II-B	Rzo	2,30	>10			1000

- Nivel freático

No se ha detectado presencia de agua hasta la profundidad máxima alcanzada por las calicatas. En el sondeo 1 se detecta agua a 6,4 metros de profundidad, dentro del nivel de roca (II-B), pero debe interpretarse como un rezume asociado a un nivel más fracturado o a una fina capa de areniscas.

### 6.2.3 Estabilidad de taludes de excavación

Los taludes de excavación a ejecutar son únicamente los correspondientes al talud de desmonte interior (bajo camino de coronación) proyectado al 2,5H:1V

Este desmonte interior tiene una altura máxima de 4,5 m respecto al terreno natural y será excavado totalmente en los materiales de la unidad I-A, cuyos parámetros geotécnicos son los indicados en el apartado anterior 6.1.2.

No es necesario un análisis de estabilidad ya que al ser un suelo granular basta con obtener la relación de tangentes entre el ángulo de rozamiento interno (38°) y el del talud (22°) para obtener un factor de seguridad de 1,93.

### 6.2.4 Excavabilidad

La excavación de la balsa afectará a las unidades geotécnicas presentes: 0, I-A y I-B, excavables con medios convencionales.

La mayor o menor facilidad de excavación de la unidad I-A depende del grado de cementación por carbonatos que presente en la zona más superficial (bajo el suelo vegetal) y del tamaño de los bolos.

Las excavaciones se desarrollarán en condiciones secas, salvo que se realicen en época de riegos donde es posible la presencia de agua infiltrada de excedentes.

Según el modelo de terreno definido, una vez retirado el suelo vegetal, la práctica totalidad del volumen de excavación corresponderá a las gravas de la unidad I-A y un bajo porcentaje a los limos arenosos de la unidad I-B.

### 6.2.5 Fondo de balsa

Según el perfil de correlación, a la cota 377,5 m todo el fondo de excavación estará constituido por la unidad I-A, con capacidad portante suficiente.

Por su granulometría gruesa y la nula plasticidad de los pocos finos no plantean problemas de colapsabilidad ni de expansividad.

### 6.2.6 Materiales para la construcción de diques

Los materiales que se obtendrán en la excavación de la balsa son los siguientes:

- Unidad 0

Suelo vegetal / tierra labor, que deberá ser retirado a vertedero o utilizado para revegetación de taludes o nivelaciones de parcelas agrícolas.

- Unidad I-A

Se trata de suelos granulares gruesos constituidos por gravas calcáreas, predominantemente finas y medias, mayoritariamente lajas y subangulosas a subredondeadas, con proporción variable de matriz y bolos, con la matriz fundamentalmente limo arenosa, de tonos marrones.

Se clasifican como suelos seleccionados a condición de que sean eliminados los tamaños superiores a 100 mm. Los tamaños gruesos a eliminar pueden suponer un porcentaje significativo del volumen de excavación.

Se pueden emplear en la construcción de los **diques** (previa eliminación de los tamaños >100 mm). El material colocado tendrá los siguientes parámetros de compactación y corte:

Unidad geotécnica	Proctor Modificado		Material compactado 98% PM	
	Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
I-A	2,14	7,89	36°	0,0

También son aptos como **relleno seleccionado** de zanjas (eliminando los tamaños >25 mm) y como **relleno ordinario** de zanjas para las tuberías. Además, mediante cribado y clasificación pueden proporcionar **grava 6-12 mm para cama** de las tuberías.

- Unidad I-B

Limos arenosos que se clasifican como suelos tolerables por lo que su aplicación en obra sería limitada, en rellenos de diques, ordinarios de zanjas o en otros rellenos poco exigentes.

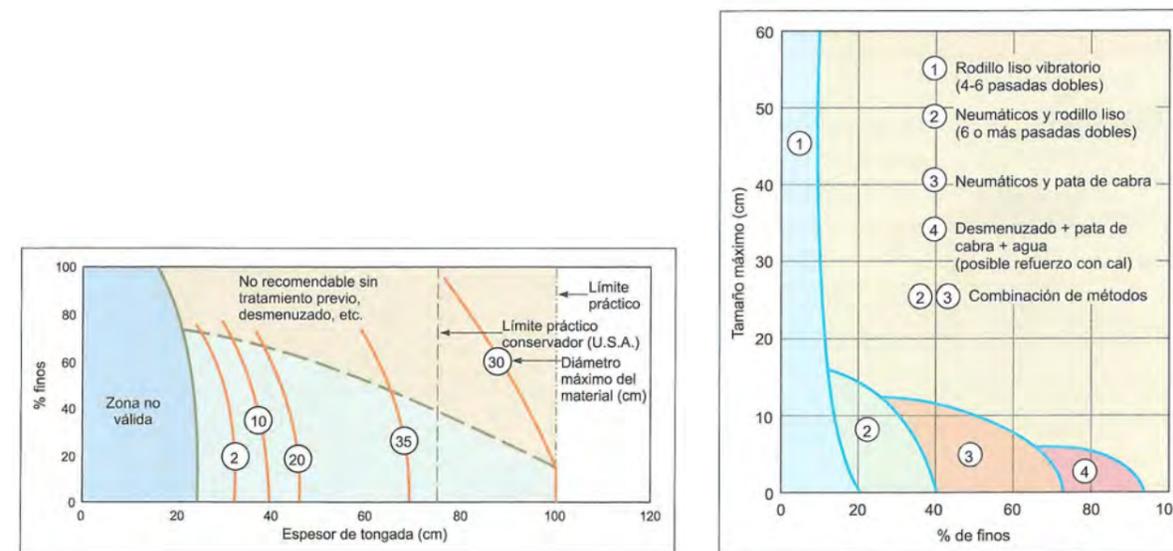
Unidad geotécnica	Proctor Modificado		Material compactado 98% PM	
	Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
I-B	1,89	12,41	38°	0,3

Los criterios generales de puesta de obra, en lo relativo al espesor de las tongadas y el método de compactación, se recogen en las figuras adjuntas.

Para los materiales de la unidad I-A, con un tamaño máximo de 10 cm, se recomienda rodillo liso vibratorio y tongadas de 30 cm.

Para los materiales de la unidad I-B, con un tamaño máximo de 2 cm, se recomienda un desmenuzado previo, rodillo pata de cabra y tongadas de 30 cm.

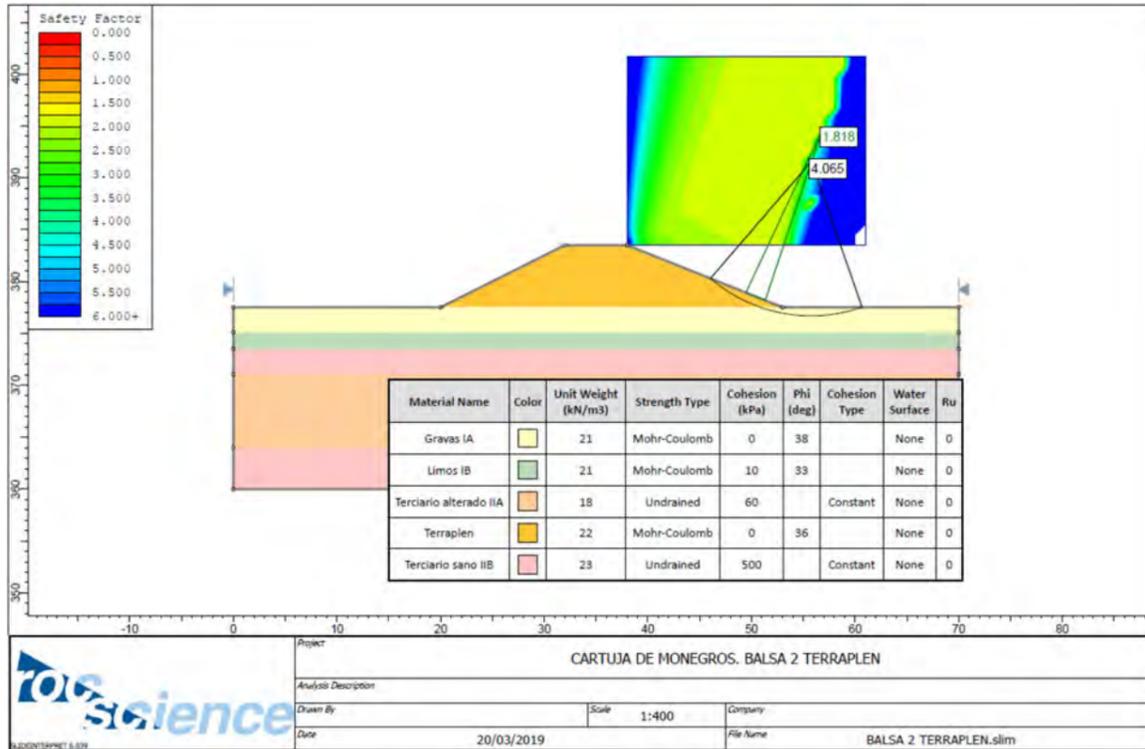
**Dado que los materiales del nivel I-A son los mayoritarios se utilizará rodillo liso y tongadas de 30 cm de espesor.**



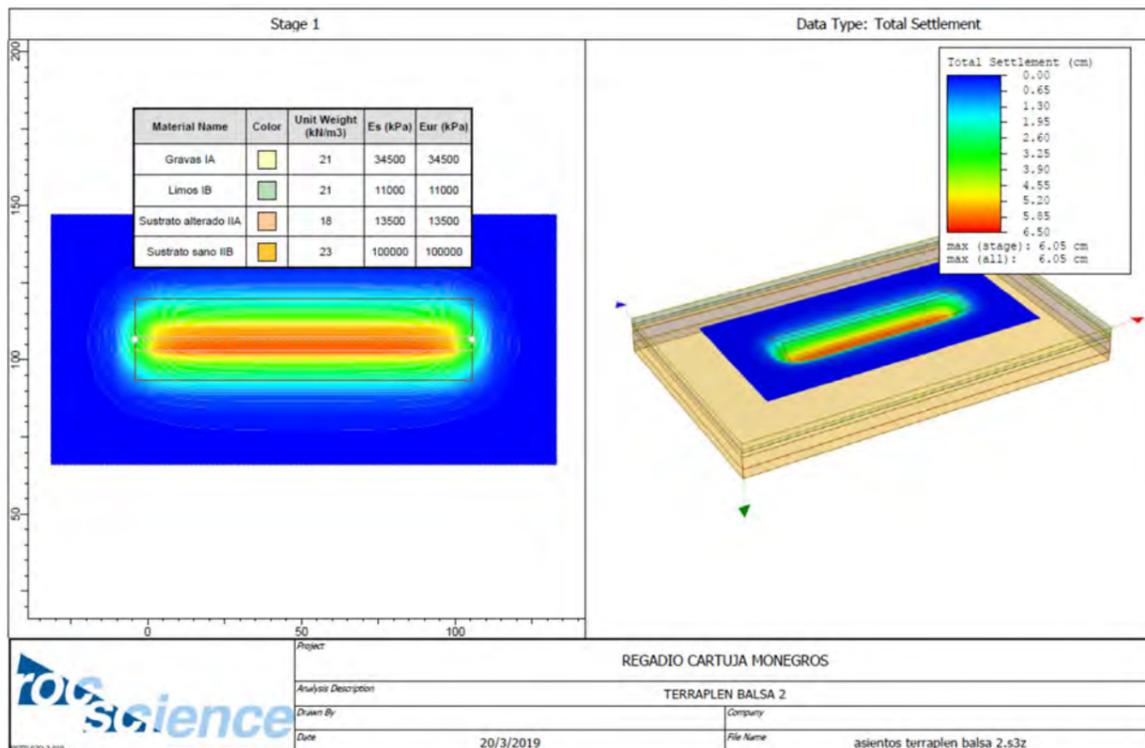
### 6.2.7 Cimiento del dique

El dique proyectado llega a alcanzar una altura máxima de unos 6 metros. En su zona de apoyo, una vez eliminado el suelo vegetal, aparecerán en superficie gravas de la unidad I-A, que en profundidad presentan intercalaciones de limos de la unidad I-B. Para el análisis de la posible rotura por el cimiento se ha tomado la zona anómala que representa el ensayo P1.

En la siguiente figura se ve que los factores de seguridad mínimos que pasan por el cimiento son de al menos 4, que garantizan la estabilidad del conjunto incluso en la zona anómala detectada.



También para la zona anómala se han calculado los asentos (SETTLE 3D), obteniéndose valores de 6 cm, que dado el carácter semisaturado de los suelos existentes, se producirán mayoritariamente en la fase de construcción del terraplén sin que queden asentos remanentes significativos una vez terminado el movimiento de tierras.



Dado lo anómalo del ensayo P1 se recomienda cuando se inicie el movimiento de tierras realizar en la zona cercana dos ensayos DPSH que permitan valorar su extensión y si se mantienen los parámetros geotécnicos o es un hecho local asociado a una discontinuidad vertical, etc.

### 6.2.8 Estabilidad de taludes de terraplén

Se contemplan dos inclinaciones diferentes en los taludes del terraplén:

- 2H:1V para el talud exterior
- 2,5H:1V para el talud interior

El terraplén será construido con los materiales granulares de las unidades I-A y I-B, cuyos parámetros de corte como materiales compactados son  $\phi=36^\circ$  y  $c=0,0 \text{ kg/cm}^2$  (unidad I-A) y  $\phi=38^\circ$  y  $c=0,3 \text{ kg/cm}^2$  (unidad I-B) por lo que tanto el talud exterior ( $26^\circ$ ) como el interior ( $22^\circ$ ) serán estables, con factores de seguridad de 1,49 y 1,82 respectivamente.

En cualquier caso se analiza la estabilidad en condiciones de desembalse rápido. El análisis de estabilidad se realiza utilizando los métodos tradicionales de Bishop, Janbu, etc y mediante la aplicación del programa de cálculo SLIDE v6.0. Para la situación de desembalse rápido se utiliza el método de Duncan, Wright y Wong (1990). De acuerdo con el "Manual de diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas" del CEDEX, la línea piezométrica resultante se encuentra situada en la superficie del talud interior de la balsa.

Para el cálculo se han considerado los siguientes parámetros geotécnicos.

UNIDAD	Densidad (T/m <sup>3</sup> )	No saturado		Saturado	
		C (kPa)	Phi (°)	C (kPa)	Phi (°)
Terraplén Balsa 2	2,2	5	36	2	36
Unidad IA	2,1	5	38	2	38
Unidad IB	2,1	10	33	5	33

A los materiales de la unidad IA y los del terraplén, que corresponden a gravas, se ha considerado una pequeña cohesión aparente dado el carácter no lineal de su comportamiento resistente (phi puede variar con la tensión vertical aplicada).

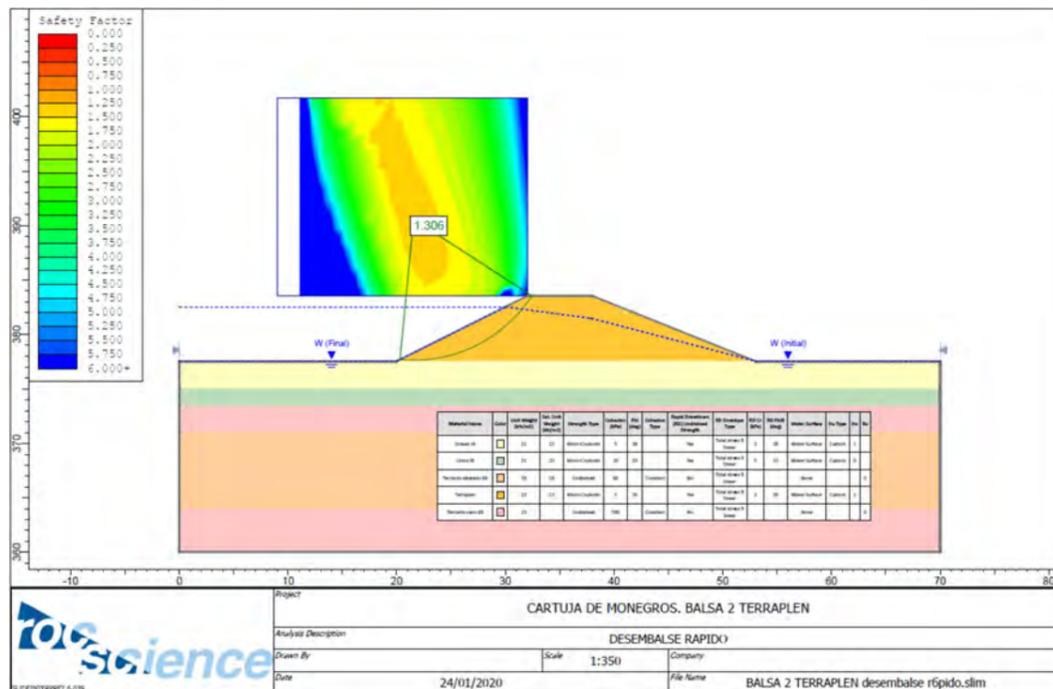
Los factores de seguridad mínimos exigibles que se recogen en la citada publicación son los que se recogen en la figura siguiente:

Tabla III: Valores de los factores de seguridad al deslizamiento

Situación de cálculo	Factores de seguridad
Fin de construcción	1,2 (1,5)
Embalse lleno	1,5 (2,0)
Rotura de lámina	1,3 (1,5)
Sismo a embalse lleno	1,1 (1,3)
Desembalse rápido	1,1 (1,3)

Nota: los valores indicados entre paréntesis son los utilizados en los cálculos realizados en este trabajo, tal como se indica en el Apartado 5 de este texto.

El factor de seguridad que se obtiene es 1,306, superior a los indicados en el Manual del CEDEX.

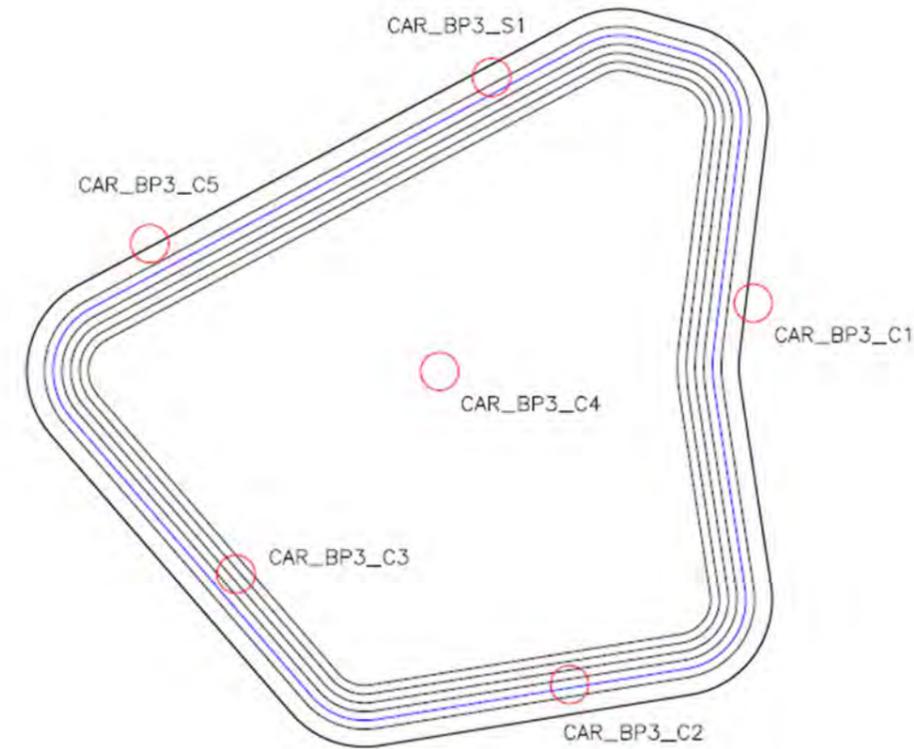


**6.2.9 Agresividad a los hormigones por sulfatos**

Ni la unidad I-A ni la I-B son agresivas a los hormigones por sulfatos.

**6.3. Balsa BP3**

Está proyectada sobre un terreno dedicado a cultivo de secano que tiene una pendiente media-fuerte hacia el noroeste, con desniveles de casi 6 metros entre sus extremos. Para esta balsa se han realizado 1 sondeo (BP3-S1) y 5 calicatas (BP3-C1 a BP3-C5). En la figura adjunta se muestra la ubicación de los ensayos, que también se incluye en los planos de situación del Anejo I.



**6.3.1 Características**

La balsa proyectada es de tipo mixta, excavada y terraplenada, con las siguientes características geométricas:

- Superficie aproximada: 30.500 m<sup>2</sup>
- Cota de coronación: 419 m.
- Cota de fondo: 414 m.
- Cota terreno aproximada: 414 a 420 m
- Talud exterior desmonte: 1H:1V
- Talud exterior terraplén: 2H:1V
- Talud interior: 2,5H:1V

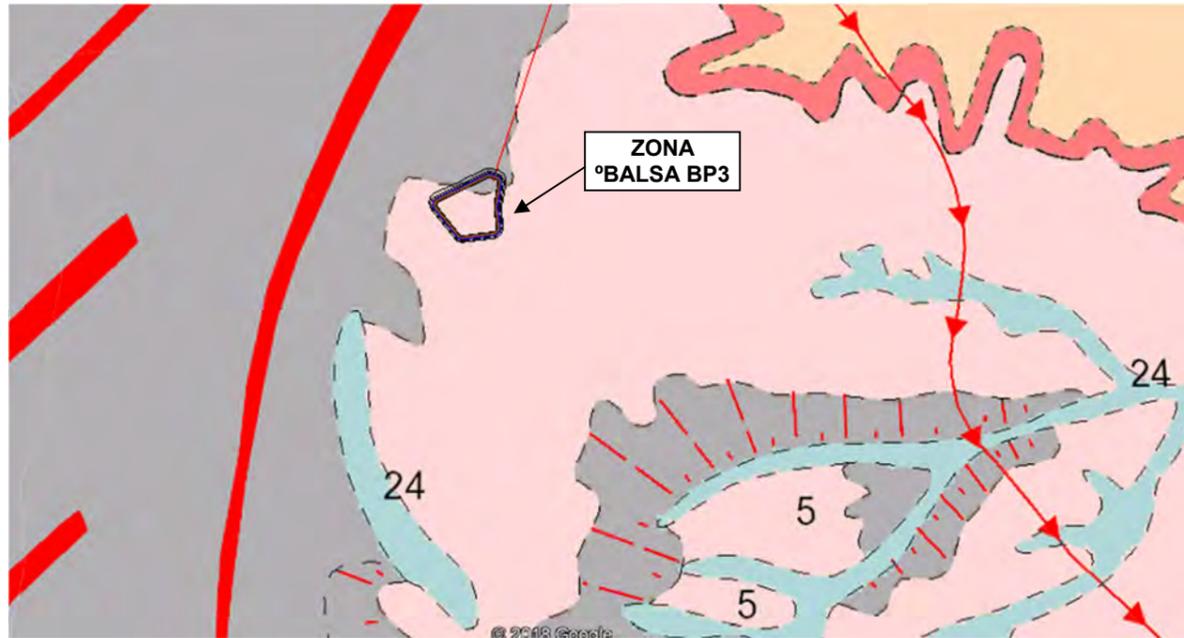
Se ha previsto la colocación de una lámina para impermeabilización del vaso de la balsa.

**6.3.2 Modelo geológico-geotécnico**

En la figura siguiente se muestra el emplazamiento de la balsa sobre el Mapa Geológico Continuo 1:50.000 del IGME.

Arcillas y paleocanales y capas tabulares de arenisca (Unidad cartográfica 5)

Esta unidad cartográfica pertenece a Unidad Genético-sedimentaria de Remolinos-Lanaja.

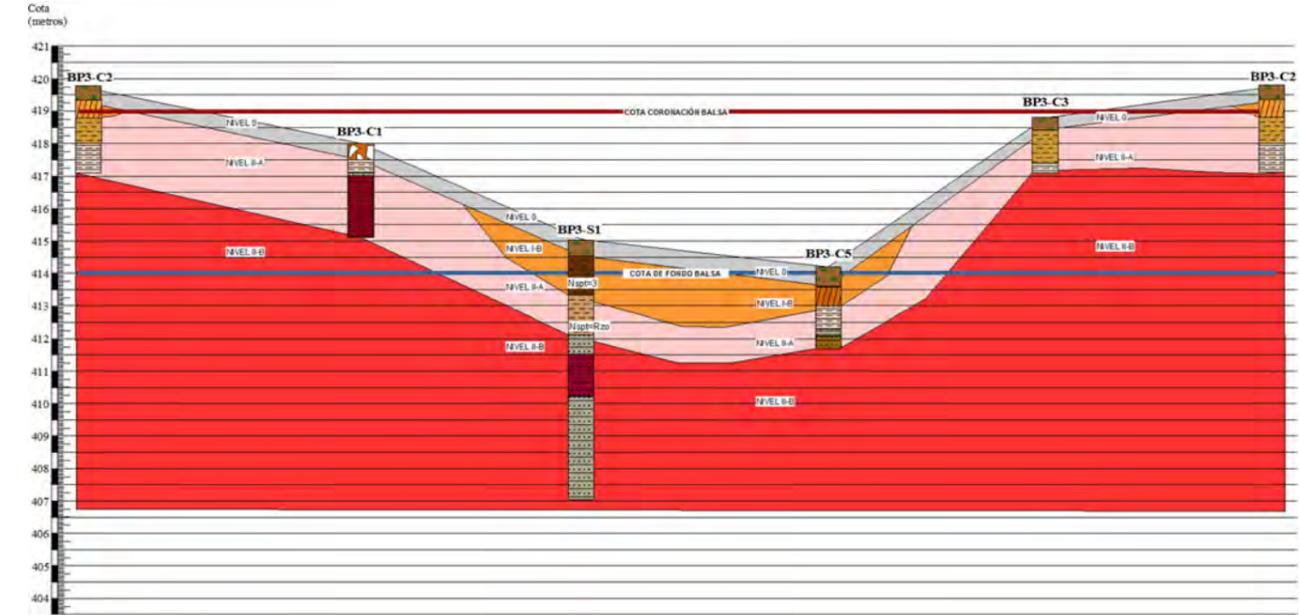


La balsa está situada en su mayoría sobre sustrato terciario del mioceno (unidad cartográfica 5), con excepción de su extremo norte que llega a situarse sobre depósitos cuaternarios de glaciares (unidad cartográfica 16).

A partir de los ensayos de campo y laboratorio se interpreta un modelo de terreno en el que se han diferenciado 4 unidades geotécnicas:

- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor
- Unidad I-B: Suelos granulares finos (Cuaternario, glaciares)
- Unidad II-A: Arcillas (sustrato terciario alterado)
- Unidad II-B: Limolitas y arenitas (sustrato terciario sano)

Estas unidades se han caracterizado geotécnicamente en el capítulo 5 de este estudio. Su distribución espacial en profundidad se refleja en los perfiles de correlación del Anejo VI y en las figuras siguientes.



- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor / relleno

Está presente en toda la superficie a ocupar por la balsa con un espesor mínimo de 0,40 m y máximo de 0,50 (valor medio de 0,50). El posible relleno solo se identifica en la zona de la calicata BP3-C1 y está posiblemente asociado a la construcción de la granja próxima a la ubicación de la balsa.

- Unidad I-B: Suelos granulares finos (arcillas limosas de depósitos cuaternarios de glaciares)

Aparece en el eje central sureste-noroeste de la balsa y en su margen noroeste, bajo la unidad 0. Presenta espesores que oscilan entre los 0,40-1,20 m.

- Unidad II-A: Arcillas – argilitas(sustrato terciario alterado)

Se reconoce por debajo de la unidad anterior y se reconoce hasta una profundidad mínima de 1,70 m (calicata BP3-C3) y máxima de 3,50 m (calicata BP3-C4). Está constituido por arcillas de color gris y rojo con algunos cristales de yeso, así como por arenitas y argilitas alteradas

- Unidad II-B: Argilitas, limolitas y arenitas (sustrato terciario sano)

Aparece bajo la unidad anterior II-A.

Los parámetros geotécnicos considerados para estas unidades en la balsa BP3 son los siguientes:

	N <sub>SPT</sub>	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	q <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo deformación (kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel I-B	6	2,10		33°	0,1	110
Nivel II-A	32	2,10	3,0	26°	0,6	400
Nivel II-B	Rzo	2,30	>10			1000

- Nivel freático

Se detecta la presencia de rezumes de agua en el sondeo BP3-S1 a una profundidad de 1,5 m, justo en el contacto entre la unidad IB y el sustrato rocoso alterado. Se tratará en todo caso de un nivel muy local y de escasa entidad.

**6.3.3 Estabilidad de taludes de excavación**

Los taludes de excavación a ejecutar son de dos tipos:

- Talud desmante exterior (sobre el camino de coronación) proyectado al 1,5H:1V
- Talud desmante interior (bajo camino de coronación) proyectado al 2,5H:1V

**Talud desmante exterior**

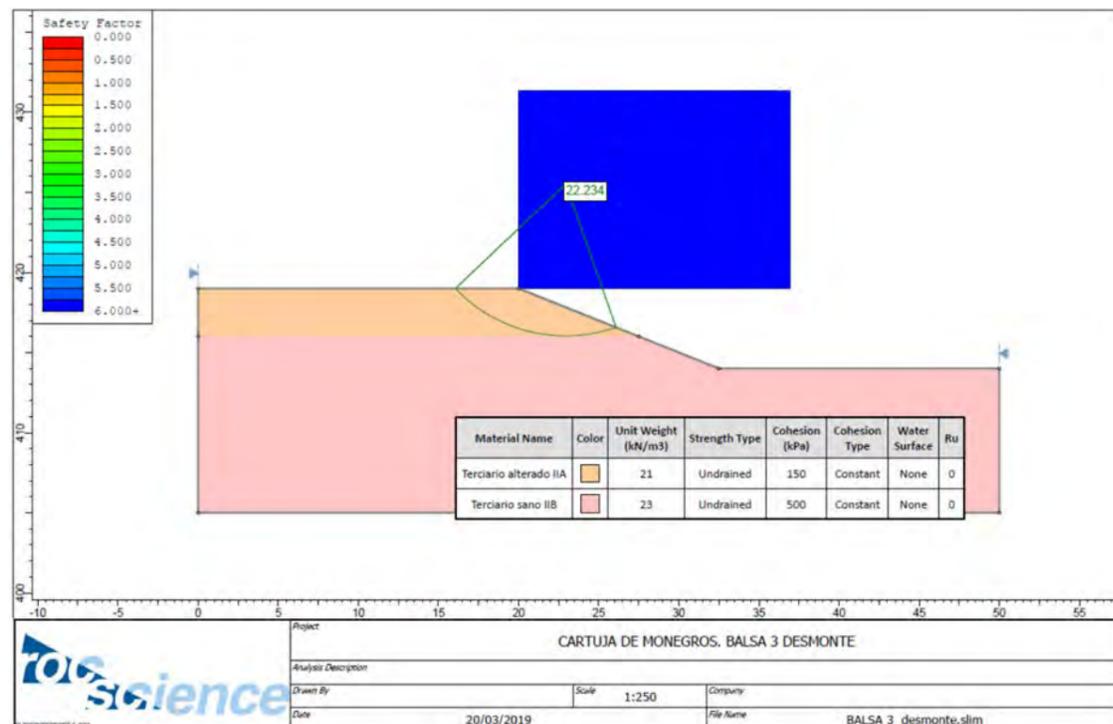
El desmante exterior tiene escasamente 1 m de altura máxima y se proyecta con un talud 1,5H/1V. Será excavado totalmente en los materiales de las unidades I-B y II-A, cuyos parámetros geotécnicos son los indicados en el apartado anterior 6.3.2.

A pesar de su escasa altura, la presencia del suelo vegetal y la baja consistencia de los niveles limosos de la unidad I-B, justifica la adopción de una inclinación 1,5H/1V, ya que un talud más vertical podría dar lugar a una degradación muy rápida del mismo, con aterramientos en el camino de coronación.

**Talud desmante interior**

El desmante interior tiene una altura máxima de 5 m en terreno natural y se proyecta con un talud 2,5H/1V. Será excavado totalmente en los materiales de la unidad II-A y II-B, cuyos parámetros geotécnicos son los indicados en el apartado anterior 6.3.2.

Se realiza el análisis de su estabilidad con el programa SLIDE v6.0, obteniendo factores de seguridad de más de 20, lo que resulta lógico a la vista de la consistencia de los materiales del nivel II.



**6.3.4 Excavabilidad**

La excavación de la balsa afectará a las unidades geotécnicas presentes: 0, I-B, II-A y II-B

Las unidades 0, I-B y IIA son excavables con medios convencionales. En el caso de los materiales del nivel II-B:

- Argilitas: dependiendo de su dureza, son de difícil excavación o no excavables con medios convencionales, por lo que será necesario el empleo de excavadoras potentes o rippers.
- Limolitas y arenitas, dependiendo de su espesor, son de difícil excavación o no excavables con medios convencionales, por lo que será necesario el empleo de rippers tipo D10. Puntualmente puede ser necesario el martillo hidráulico.

Se estima que el 65% de la balsa será excavable y que el 35% restante requerirá el uso de ripper. En general las excavaciones se desarrollarán en condiciones secas, aunque no se debe descartar la aparición de rezumes temporales de agua, tal y como se ha detectado en el sondeo BP3-S1, en el contacto entre las arcillas de la unidad I-B y las arcillas de la unidad II-A en épocas de lluvias.

**6.3.5 Fondo de balsa**

Según el perfil de correlación, a la cota 414 m el fondo de excavación estará constituido mayoritariamente por las unidades II-A y II-B, con capacidad portante suficiente. En la zona central más baja (hacia el norte) el terreno de fondo de la balsa correspondería a los limos de la unidad I-B.

No se considera necesario ningún tratamiento en el terreno de fondo de la balsa.

**6.3.6 Materiales para la construcción de diques**

Los materiales que se obtendrán en la excavación de la balsa son los siguientes:

- Unidad 0

Suelo vegetal / tierra labor, que deberá ser retirado a vertedero o utilizado para revegetación de taludes o nivelaciones de parcelas agrícolas.

- Unidad I-B

Limos arenosos que se clasifican como suelos tolerables por lo que su aplicación en obra sería limitada, en rellenos de diques, ordinarios de zanjas o en otros rellenos poco exigentes.

El material colocado tendrá los siguientes parámetros de compactación y corte:

Unidad geotécnica	Proctor Modificado		Material compactado 98% PM	
	Densidad máxima (t/m³)	Humedad óptima(%)	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm²)
I-B	1,89	12,41	38°	0,3

- Unidad II

Las argilitas, tanto sanas como alteradas a arcillas, se clasificarían como tolerables y todo-uno arcilloso fácilmente disgregable por los equipos de extendido y compactación.

El material colocado tendrá los siguientes parámetros de compactación y corte:

Unidad geotécnica	Proctor Modificado		Material compactado 98% PM	
	Densidad máxima (t/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
II	1,98	12,3	26°	0,60

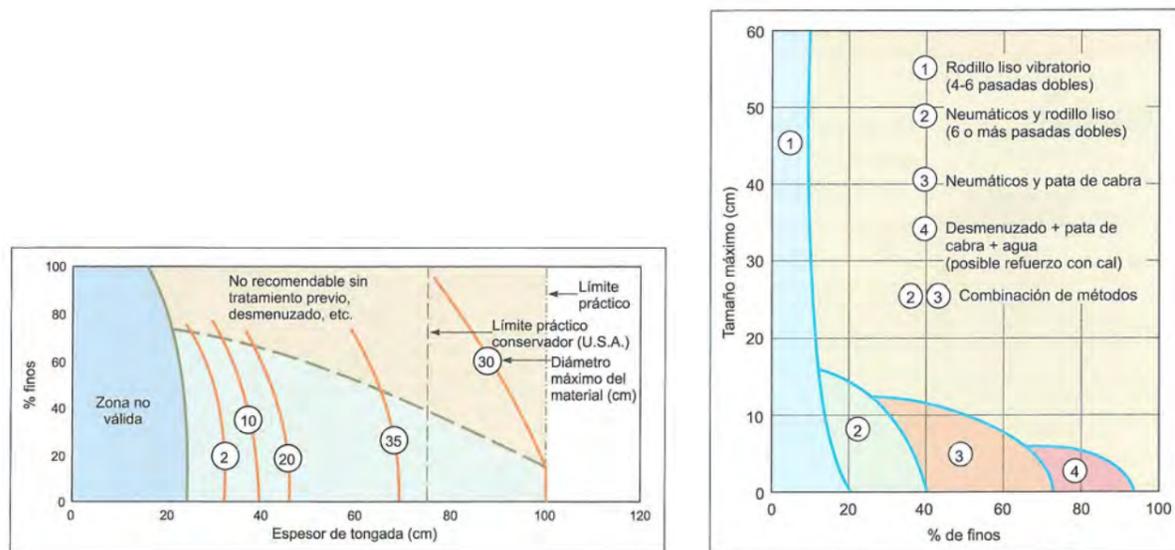
También son aptos como **relleno seleccionado** de zanjas (eliminando los tamaños >25 mm) y como **relleno ordinario** de zanjas para las tuberías.

Los criterios generales de puesta de obra, en lo relativo al espesor de las tongadas y el método de compactación, se recogen en las figuras adjuntas.

Para los materiales de la unidad I-B, con un tamaño máximo de 2 cm, se recomienda un desmenuzado previo, rodillo pata de cabra y tongadas de 25 cm.

Para los materiales arcillosos de la unidad II, se recomienda un desmenuzado previo, rodillo pata de cabra y tongadas de 30-35 cm.

**Dado que los materiales del nivel II-A y II-B son los mayoritarios se utilizará rodillo pata de cabra y tongadas de 30-35 cm de espesor.**



**6.1.7 Cimiento del dique**

El dique proyectado llega a alcanzar una altura máxima de unos 5 metros. En su zona de apoyo, una vez eliminado el suelo vegetal, aparecerán de forma mayoritaria las arcillas y argilitas-arenitas de los niveles del sustrato rocoso, cuyos parámetros de resistencia y deformabilidad son elevados, no siendo necesaria comprobación alguna de la estabilidad global ni de los asentamientos inducidos por el terraplén.

En la zona norte del terraplén, bajo el suelo vegetal, aparecen los limos de la unidad I-B, que en el sondeo han dado una resistencia muy baja (N<sub>SPT</sub> de 3). Como su espesor es reducido (1 metro máximo)

se recomienda su saneo y sustitución por los mismos materiales procedentes de la excavación que se van a utilizar para construir el terraplén.

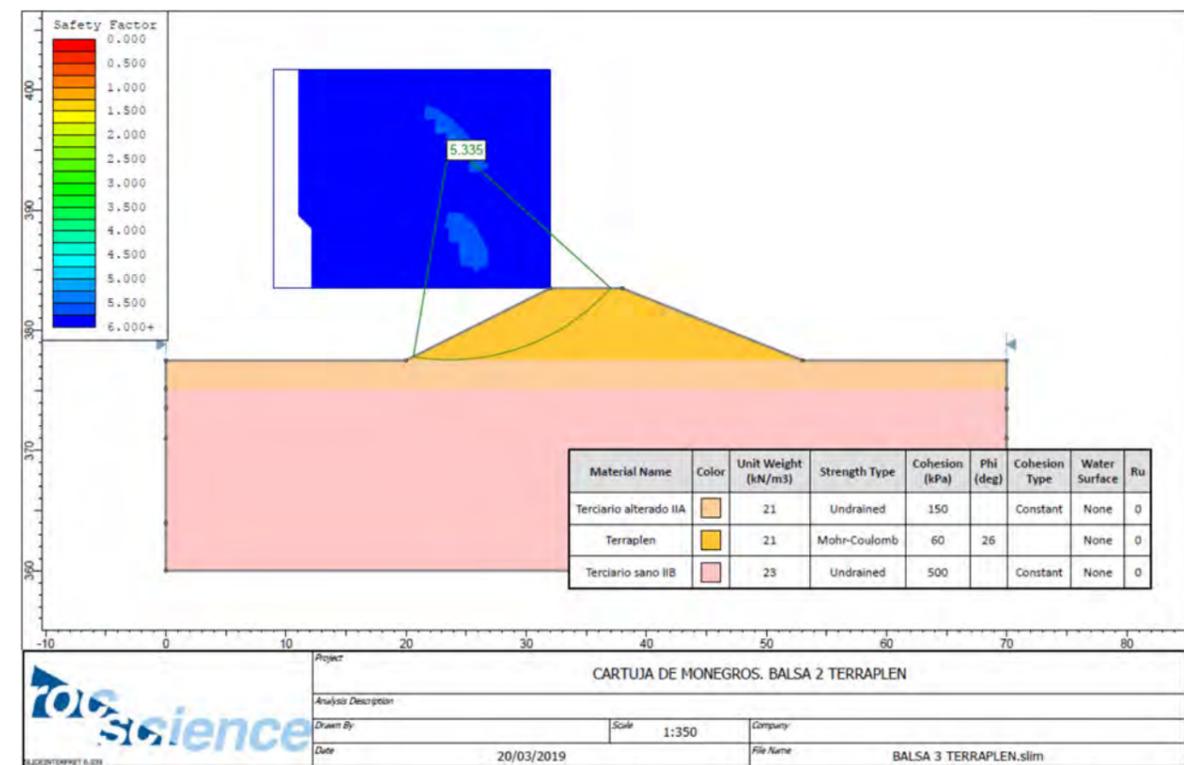
**6.3.8 Estabilidad de taludes de terraplén**

Se contemplan dos inclinaciones diferentes en los taludes del terraplén:

- 2H:1V para el talud exterior
- 2,5H:1V para el talud interior

El terraplén será construido fundamentalmente con los materiales arcillosos de las unidades II-A y II-B, cuyos parámetros de corte como materiales compactados son  $\phi=26^\circ$  y  $c=0,6 \text{ kg/cm}^2$ .

El análisis se realiza mediante el programa SLIDE v6.0. El factor mínimo que se obtiene es superior a 5 lo que garantiza completamente la estabilidad de los terraplenes proyectados.



Además se analiza la estabilidad en condiciones de desembalse rápido. El análisis de estabilidad se realiza utilizando los métodos tradicionales de Bishop, Janbu, etc y mediante la aplicación del programa de cálculo SLIDE v6.0. Para la situación de desembalse rápido se utiliza el método de Duncan, Wright y Wong (1990). De acuerdo con el "Manual de diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas" del CEDEX, la línea piezométrica resultante se encuentra situada en la superficie del talud interior de la balsa.

Para el cálculo de esta situación de desembalse rápido se han considerado los siguientes parámetros geotécnicos.

UNIDAD	Densidad (T/m <sup>3</sup> )	No saturado		Saturado	
		C (kPa)	Phi (°)	C (kPa)	Phi (°)
Terraplén balsa 3	2,1	60	26	25	26

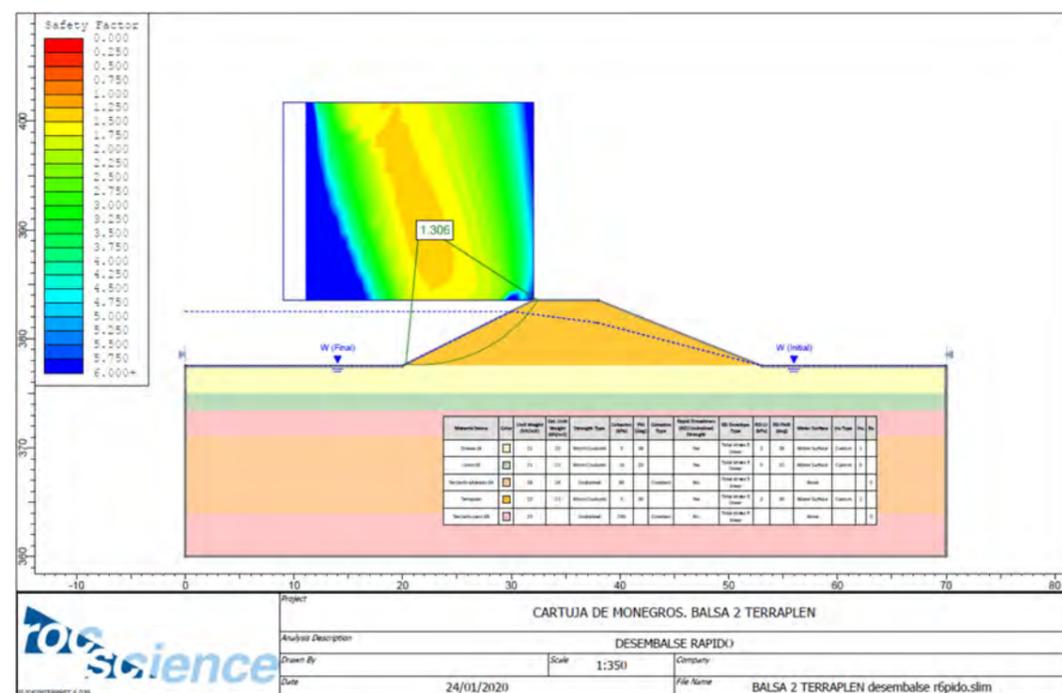
Los factores de seguridad mínimos exigibles que se recogen en la citada publicación son los que se recogen en la figura siguiente:

Tabla III: Valores de los factores de seguridad al deslizamiento

Situación de cálculo	Factores de seguridad
Fin de construcción	1,2 (1,5)
Embalse lleno	1,5 (2,0)
Rotura de lámina	1,3 (1,5)
Sismo a embalse lleno	1,1 (1,3)
Desembalse rápido	1,1 (1,3)

Nota: los valores indicados entre paréntesis son los utilizados en los cálculos realizados en este trabajo, tal como se indica en el Apartado 5 de este texto.

Para la balsa 3 el factor de seguridad que se obtiene es 3,7, muy superior a los indicados en el citado Manual del CEDEX para la situación de desembalse rápido.



### 6.3.9 Agresividad a los hormigones por sulfatos

La unidad I-B no es agresiva a los hormigones por sulfatos. Respecto a los términos arcillosos de la unidad II, en el sondeo BP3-S1 se ha detectado la presencia de cristales de yeso en el sustrato rocoso alterado de arcillas, por lo que se recomienda que en fase de obra se realicen nuevas determinaciones de su agresividad en aquellas zonas en que se proyecte algún elemento de obra en hormigón.

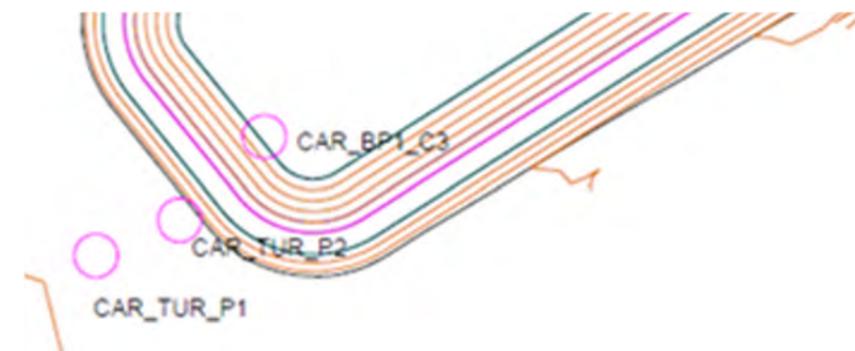
### 6.4 ESTACIÓN DE TURBINADO

La estación de turbinado se sitúa anexa a la balsa BP1 y en la misma finca agrícola. La zona de la parcela donde se proyecta su construcción presenta una topografía con una suave pendiente hacia el noreste, entre las cotas 342 y 343 m.s.n.m.

Se proyecta un edificio de una altura, de planta rectangular 17x24 m. La cara superior de la solera de la sala de bombas se sitúa a la cota 345 m (en torno a unos 2,5 m sobre la cota actual de terreno).

La cántara proyectada es de planta rectangular, de dimensiones 8,95x3,25 m, y tiene la cara superior de la losa de fondo a la cota 339,3 m (en torno a unos 3,2 m bajo la cota actual de terreno).

Los trabajos de campo específicos para la estación de turbinado han consistido en 2 ensayos DPSH (TUR-P1 y TUR-P2). En la figura adjunta se muestra la ubicación de estos ensayos, que también se incluye en los planos de situación del Anejo I.



Además, se cuenta con los ensayos de campo y de laboratorio realizados para la caracterización del terreno de la balsa anexa.

El número de ensayos y la profundidad alcanzada se adaptan a los criterios establecidos en el CTE para la tipología de edificio y de terreno definidos: construcción tipo C-1 "Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m<sup>2</sup>" y terreno tipo T-1 "Terrenos favorables; aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados".

#### 6.4.1 Modelo geológico-geotécnico

En la figura siguiente se muestra el emplazamiento de la estación de turbinado sobre el Mapa Geológico Continuo 1:50.000 del IGME.

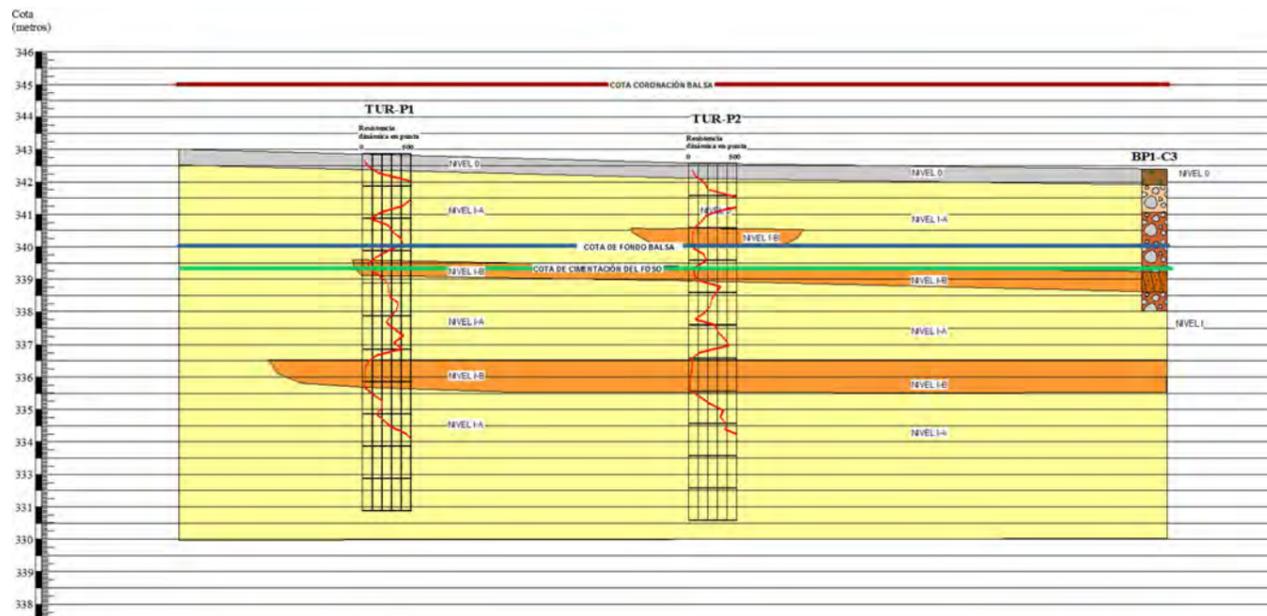


La estación de turbinado está situada sobre depósitos cuaternarios de glaciares (unidad cartográfica 16).

A partir de los ensayos de campo y laboratorio se interpreta un modelo de terreno en el que se han diferenciado 3 unidades geotécnicas:

- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor
- Unidad I-A: Suelos granulares gruesos (Cuaternario, glaciares)
- Unidad I-B: Suelos granulares finos (Cuaternario, glaciares)

Estas unidades se han caracterizado geotécnicamente en el capítulo 5 de este estudio. Su distribución espacial en profundidad se refleja en los perfiles de correlación del Anejo VI y en las figuras siguientes.



Considerando los perfiles obtenidos en los trabajos de campo de la balsa BP1, situada anexa y en la misma parcela agrícola que la estación de turbinado tenemos:

- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor

Está presente en toda la superficie investigada con un espesor medio de 0,50 m (mínimo 0,40 y máximo 0,60 m).

- Unidad I-A: Suelos granulares gruesos (gravas de depósitos cuaternarios de glaciares)

Aparece, bajo la capa de suelo vegetal. Y en la mayor parte de la superficie investigada presenta un tramo superior de unos 0,60-0,80 m con una variable cementación por carbonatos. Y unos espesores mínimos de 1,20 m.

- Unidad I-B: Suelos granulares finos (limos arenosos de depósitos cuaternarios de glaciares)

Aparece intercalado en la unidad I-A y solo se reconoce en el margen sureste de la zona estudiada. Presenta espesores que oscilan entre los 0,40-1,40 m.

Los parámetros geotécnicos considerados para estas unidades en la estación de turbinado son los siguientes:

	N <sub>SPT</sub>	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo deformación (kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel I-A	30	2,10	38°	0,0	345
Nivel I-B	6	2,10	33°	0,1	110

- Nivel freático

No se ha detectado presencia de agua hasta la profundidad máxima alcanzada por las investigaciones, aunque no se debería descartar la aparición de rezumes temporales en época de riego, ya que la humedad del terreno en gran parte de la zona estudiada era apreciable.

### 6.4.2 Excavación de la cántara y zanja

La cota prevista para la cara superior de la cántara es la 345 m, por lo que el fondo de excavación se situará en torno a la cota 339,3 m, a una profundidad de unos 5,7 m. Considerando que la cota actual del terreno se sitúa en un valor medio aproximado de 342,5 m, la profundidad de excavación prevista (para la cántara y la zanja) es del orden de unos 3 m.

La excavación afectará al suelo vegetal (unidad 0), a las gravas (I-A) y a los limos arenosos (unidad I-B). Todos estos materiales son excavables con medios convencionales. Únicamente podría entrañar una mayor dificultad de excavación el tramo superior de las gravas (I-A) que aparece cementado, si bien el grado de cementación, reconocido en los trabajos de campo, ha sido por lo general bajo.

Tras lo observado en los ensayos de campo, todas estas excavaciones se realizarán en condiciones secas. Dado que la parte superior de las gravas (IA) se encuentran algo cementadas por carbonatos, y que los niveles limosos (IB), más flojos, no parecen alcanzarse hasta la base de la excavación, los taludes provisionales de la excavación de la cántara y zanja podrán ser subverticales.

### 6.4.3 Cimentaciones

Por una parte analizaremos la cimentación de la cántara y por otra la del edificio de turbinado.

#### 6.4.3.1 Cimentación de la cántara

El proyecto prevé la ejecución de una losa de fondo desde la que arrancarán los muros. La cota prevista para la cara superior de la losa es ligeramente por encima de los 339 m, por lo que el fondo de

excavación se situará ligeramente por debajo de dicha cota m, a unos 3,5 m de profundidad respecto a la cota actual de terreno.

Según el perfil de correlación correspondiente (figura adjunta), la losa de la cántara apoyará bien sobre gravas (unidad I-A) con buena capacidad portante, baja deformabilidad y sin problemas de colapsabilidad ni de expansividad, o bien sobre los limos del nivel I-B, muchos menos consistentes.

Según la propuesta del apartado anterior, las dimensiones aproximadas de la losa serán 8,95x3,25 m.

Para el cálculo de la presión última de rotura ( $q_{ult}$ ) en zapatas se puede utilizar la siguiente fórmula recomendada en el Eurocódigo 7 para suelos y rocas muy fracturadas:

$$(q_{ult}) = cN_cS_c + qN_qS_q + 0,5 d B N_\gamma S_\gamma$$

donde:

- c = cohesión (1 t/m<sup>2</sup>)
- N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub> = coeficientes adimensionales función del ángulo de rozamiento interno (φ) que se toma igual a 33°.
- S<sub>c</sub>, S<sub>q</sub>, S<sub>γ</sub> = factores de forma
- q = presión del terreno en la cota de cimentación
- d = densidad natural del terreno (2,1 t/m<sup>3</sup>)
- B = anchura eficaz de la zapata

A efectos de cálculo se considera un empotramiento de la losa en la unidad I-B de 0,5 metros.

Por otro lado, para la determinación de los asientos se ha utilizado la siguiente fórmula de cálculo elástico:

$$S = \Delta p \times B \times \frac{1 - \nu^2}{E} \times I_w$$

donde:

- S = asiento total
- Δp = presión media transmitida por la zapata
- B = anchura de la losa (3 m)
- E = módulo de Young (110 kg/cm<sup>2</sup>)
- ν = coeficiente de Poisson que toma valor de 0,3
- I<sub>w</sub> = Factor de influencia, que depende de la relación L/B de las dimensiones de la losa (1,08 para losa rectangular con L/B de 1,5)

Con estas dos formulaciones se tiene que el principal factor limitante es el asiento ya que por hundimiento se obtienen valores del orden de 3 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo por asiento la carga admisible es del orden de 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Dada la irregularidad en extensión y potencia que pueden presentar los lentejones limosos de la unidad IB, se puede adoptar un valor de **tensión de trabajo admisible de 1,5 kg/cm<sup>2</sup>**, más que suficiente para la losa proyectada.

Como coeficiente de balasto para los limos de la unidad I-B se podría adoptar **K<sub>30</sub> = 2 kp/cm<sup>3</sup>**.

### 6.4.3.2 Cimentación del edificio

La superficie de explanación, en torno a la cota 345 m, se situará unos 2,5 m por encima de la cota actual del terreno, por lo que será preciso rellenar. Tras la retirada del suelo vegetal este relleno apoyará sobre las gravas de unidad IA.

Por tanto la cimentación se podrá resolver mediante pozos apoyados en las gravas del nivel I-A o bien sobre el relleno que se ejecute.

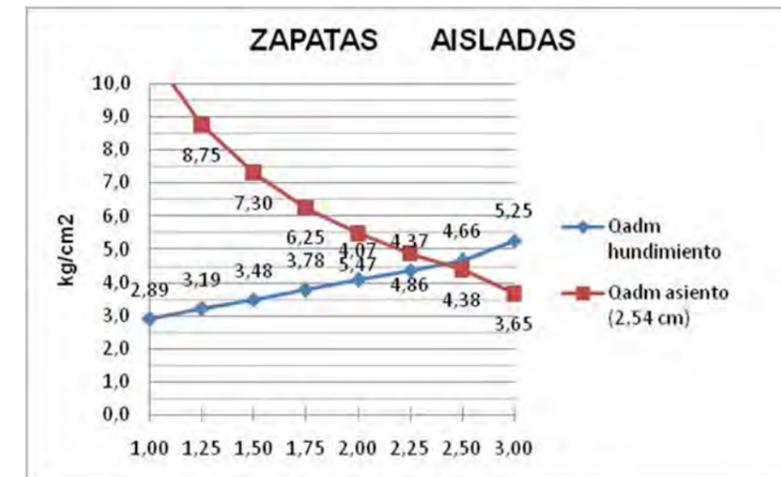
### Cimentación sobre el relleno

Las características resistentes del relleno necesario, dependerán del tipo de material empleado y del grado de compactación del mismo. Se recomienda un suelo seleccionado con una compactación mínima del 98% P.M. En estas condiciones, la cimentación se podrá resolver de forma superficial mediante zapatas aisladas o continuas y con tensiones máximas del orden de 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.

En el caso de zapatas continuas y pese a que se desconoce los materiales que vayan a utilizarse en los rellenos, se parte del supuesto de que se ejecutarían con materiales granulares de la unidad I-A. El coeficiente de balasto que se puede estimar en este supuesto para una compactación exigente sería **K<sub>30</sub> = 10 kp/cm<sup>3</sup>**.

### Cimentación sobre el terreno natural (pozos)

Utilizando el mismo método de cálculo que en 6.4.3.1. y con los parámetros de corte y deformabilidad de las gravas del nivel I-A, la tensión admisible se puede extraer de la gráfica siguiente para zapatas aisladas.



### 6.4.4 Solera del edificio. Impermeabilidad.

La cara superior de la solera de la sala de bombas se proyecta a la cota 345 m. La cota actual del terreno en dicha zona se sitúa sobre la cota 342,5 m, por lo que la solera se apoyará sobre un relleno de unos 2,5 metros. Para dicho relleno se podrían utilizar las gravas del nivel I-A que se extraigan de la excavación a realizar en la zona de la balsa 1, anexa a la estación.

Según la granulometría y plasticidad, dichas gravas, se calificarían como suelos seleccionados, lógicamente tras la eliminación de los cantos más gruesos (superiores a 10 cm).

De acuerdo con el Documento Básico HS del Código Técnico de la Edificación, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las soleras que están en contacto con el terreno se obtiene, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno, en la siguiente tabla.

GRADO DE IMPERMEABILIDAD SOLERAS		
Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K > 10^{-5}$ cm/s	$K < 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

La presencia de agua se considera:

- BAJA cuando la cara inferior de la solera en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático
- MEDIA cuando la cara inferior de la solera en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de 2 metros por debajo
- ALTA cuando la cara inferior de la solera en contacto con el terreno se encuentra a 2 o más metros por debajo del nivel freático.

En este caso, la presencia de agua será "baja". Como la solera estará dispuesta sobre un relleno granular con permeabilidad media-alta, el grado de impermeabilización exigido sería 2. Como la solera llevará una sub-base granular, deberán utilizarse hormigón de retracción moderada.

#### 6.4.5 Agresividad

Los materiales de las unidades I-A y I-B presentan con carácter general una nula agresividad en la zona de estudio que engloba el proyecto, lo que es extensible a la vista de los materiales a la estación de bombeo.

En todo caso, en función de los materiales con los que se ejecute el relleno, sería necesario comprobar su agresividad siempre que tuvieran una procedencia externa al ámbito del proyecto.

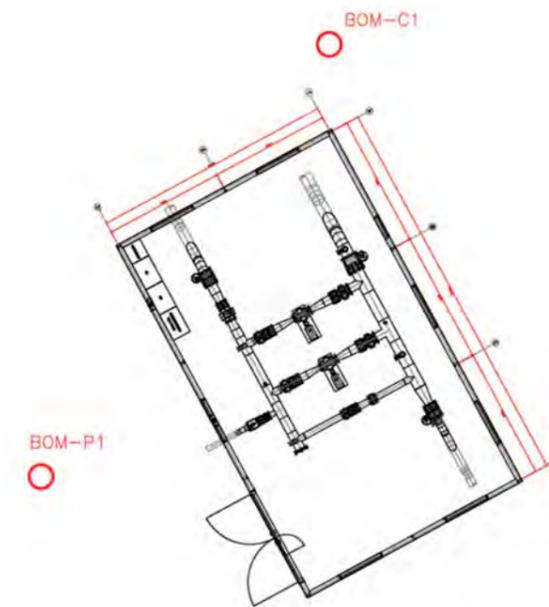
#### 6.5 ESTACIÓN DE REBOMBEO

La estación de bombeo está situada al este de la balsa BP2, en una parcela situada entre la carretera autonómica A-1221 y la carretera que une La Cartuja de Monegros y San Juan del Flumen. Se trata de una parcela yerma con una serie de antiguos acopios de bolos.



Se proyecta un edificio de una altura, de planta rectangular 16,5x10 m. La estación no lleva cántara. La cota de explanación estará en torno a la 375,5 m aproximadamente.

Los trabajos de campo específicos para la estación de bombeo han consistido en 1 ensayo DPSH (BOM-P1) y 1 calicata (BOM-C1). Una vez realizados estos ensayos se modificó la posición de la estación, por lo que quedaron algo desplazados (figura adjunta).



Además de los ensayos de laboratorio con muestras de la calicata BOM-C1, se cuenta con los realizados para la caracterización general del terreno en la zona del proyecto.

El número de ensayos y la profundidad alcanzada se adaptan a los criterios establecidos en el CTE para la tipología de edificio y de terreno definidos: construcción tipo **C-1** "Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m<sup>2</sup>" y terreno tipo **T-1** "Terrenos favorables; aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados".

**6.5.1 Modelo geológico-geotécnico**

La estación de rebombeo está situada sobre depósitos cuaternarios de glacis (unidad cartográfica 16).

A partir de los ensayos de campo y laboratorio se interpreta un modelo de terreno en el que se han diferenciado 3 unidades geotécnicas:

- Unidad 0: Suelo vegetal / tierra de labor
- Unidad I-B: Suelos granulares finos (Cuaternario, glacis)
- Unidad I-A: Suelos granulares gruesos (Cuaternario, glacis)

Estas unidades se han caracterizado geotécnicamente en el capítulo 5 de este estudio.

Considerando los perfiles obtenidos en los trabajos de campo tenemos:

- Unidad 0: Suelo vegetal

Está presente en toda la superficie investigada con un espesor reconocido de 0,40 m.

- Unidad I-B: Suelos granulares finos (limos arenosos de depósitos cuaternarios de glacis)

Aparece por debajo del suelo vegetal y se reconoce hasta una profundidad de 1,20 y 2,20 m.

- Unidad I-A: Suelos granulares gruesos (gravas de depósitos cuaternarios de glacis)

Aparece, bajo la capa de suelos granulares finos del nivel I-B. Y se reconoce hasta una profundidad de al menos 3,50 m.

Los parámetros geotécnicos considerados para estas unidades en la estación de rebombeo son los siguientes:

	N <sub>SPT</sub>	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Angulo rozamiento interno	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo deformación (kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel I-A	30	2,10	38°	0,0	345
Nivel I-B	6	2,10	33°	0,1	110

- Nivel freático

No se ha detectado la presencia de agua hasta la profundidad máxima alcanzada por las investigaciones (3,5 m).

**6.5.2 Excavaciones**

Las excavaciones a realizar van a ser las correspondientes a la explanación del emplazamiento, las cimentaciones y las zanjas. Para la cimentación del edificio y de las zanjas, las excavaciones afectarán, una vez retirado el suelo vegetal, a los materiales de las unidades I-A y I-B, ambos excavables con medios convencionales. Todas estas excavaciones se realizarán en condiciones secas.

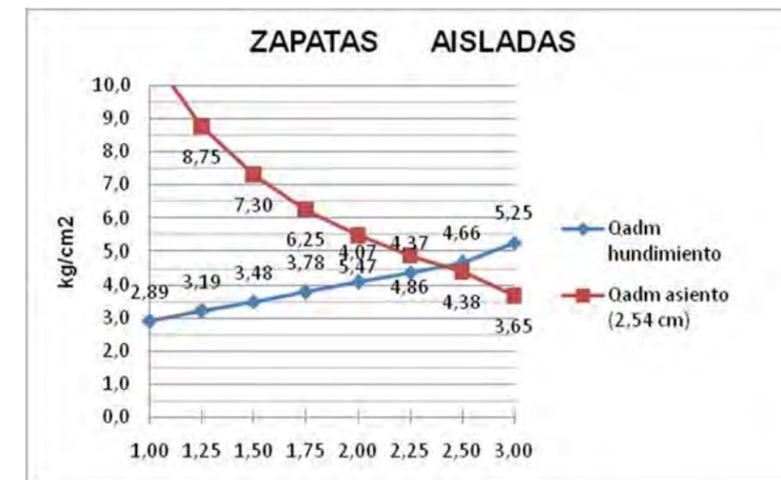
Así, para los taludes temporales de cimentaciones y zanjas se pueden adoptar inclinaciones subverticales.

**6.5.3 Cimentación**

La superficie de explanación, en torno a la cota 375,5 m, estará formada por limos de la unidad I-B, que según los ensayos realizados tienen espesores 1,2-2,2 metros, reposando sobre las gravas densas de la unidad I-A.

A la vista de este dispositivo parece razonable bajar las cimentaciones hasta las gravas, salvando los limos mucho más blandos y deformables.

Para el dimensionado de las zapatas de la nave pueden utilizarse los mismos valores que para la estación de turbinado, valores que se pueden extraer de la gráfica siguiente para zapatas aisladas.



**6.5.4 Soleras. Impermeabilidad.**

La solera de la estación de rebombeo desplantará sobre los limos de la unidad I-B, a los que se puede asignar un módulo de balasto **K<sub>30</sub> = 2,0 kg/cm<sup>3</sup>**.

De acuerdo con el Documento Básico HS del Código Técnico de la Edificación, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las soleras que están en contacto con el terreno se obtiene, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno, en la siguiente tabla.

GRADO DE IMPERMEABILIDAD SOLERAS		
Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	K > 10 <sup>-5</sup> cm/s	K < 10 <sup>-5</sup> cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

La presencia de agua se considera:

- BAJA cuando la cara inferior de la solera en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático
- MEDIA cuando la cara inferior de la solera en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de 2 metros por debajo
- ALTA cuando la cara inferior de la solera en contacto con el terreno se encuentra a 2 o más metros por debajo del nivel freático.

En este caso, la presencia de agua será "baja". La permeabilidad asignada a los materiales del nivel I-B es de  $10^{-4}$  cm/s. Con estos valores el grado de impermeabilización exigido sería 2. Como la solera llevará una sub-base granular, deberán utilizarse hormigón de retracción moderada.

### 6.5.5 Agresividad

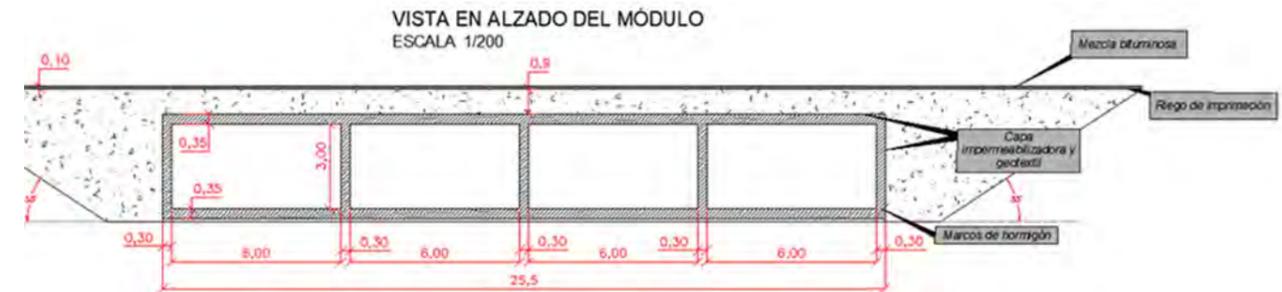
En la zona donde se proyecta construir la estación de bombeo se ha realizado un ensayo de laboratorio para determinar la agresividad química a los hormigones de los materiales de la unidad I-B, obteniéndose en él un contenido en sulfatos <0,1%, por lo que calificaríamos a este terreno como de agresividad nula a los hormigones.

Por su parte, los materiales de la unidad I-A presentan con carácter general una nula agresividad en la zona de estudio que engloba el proyecto.

### 6.6 ODT CARRETERA A-1221

Dentro de las actuaciones del proyecto es necesario ampliar la obra de drenaje transversal existente bajo la carretera A-1221 por cuestiones de clasificación de la balsa de pie de canal, balsa BP2, situada a unos 250 metros al sur de la carretera.

Tras los estudios de avenida en caso de rotura de la balsa se ha calculado que la obra de drenaje debe tener una sección de paso equivalente a cuatro marcos de 6,0x3,0 m (ver sección adjunta). La cota de rasante de la carretera A-1221 es la 373,20 msnm (en el centro), y la cota de cimentación aproximada estaría aproximadamente a -4,75m.



En un predimensionado de la ODT se ha partido de los siguientes datos del terreno de cimentación:

- Módulo de balasto  $K_{30}$ : 5000 t/m<sup>3</sup>
- Tensión admisible: 20,00 t/m<sup>2</sup>
- Coefficiente de rozamiento terreno cimiento: 0,58
- Tensión máxima de cálculo: 13,6 t/m<sup>2</sup>

Para verificar estos datos, y a falta de ensayos geotécnicos concretos en la zona de la ODT, que deberán realizarse en fase inicial de obra, se puede partir de los datos del S-1 de la balsa 2, realizado a una distancia de 250 metros y sobre el fondo de la vaguada que cruza posteriormente la carretera A-1221. La cota de inicio de este sondeo es la 374.

En este sondeo se han identificado las siguientes unidades geológicas:

- Suelo vegetal: 0,40 metros de espesor
- Recubrimiento Cuaternario. Depósitos de glaciares y aluviales - fondos de val. Tiene un espesor de 4,70 m (base a cota 368,9) y está constituido por una alternancia de:
  - suelos granulares gruesos: gravas finas a medias con gravillas en matriz limo-arenosa cuyo porcentaje es muy variable. Los SPT se mueven entre 37 y 40.
  - suelos granulares finos: arcillas y arcillas limosas con contenido variable de gravas, y limos arenosos con algún canto. Se dispone de un SPT que ha dado 16 golpes.
- Sustrato Terciario alterado. Está constituido por arcillas duras de color marrón. Su espesor es de 0,90 metros y se dispone de un ensayo SPT con un golpeo de 32.
- Sustrato Terciario sano. Aparece a 6 m de profundidad, y está constituido por argilitas de color marrón con pasadas de arenitas grises.

Se ha detectado agua a 6,3 m de profundidad, cerca del contacto entre la zona alterada y sana del sustrato terciario.

A la vista de estos datos y con las cautelas necesarias al no disponer de ensayos en la zona concreta de la ODT, la solución proyectada es adecuada ya que a la cota de la cimentación (alrededor de la 368) el terreno estaría formado bien por los recubrimientos cuaternarios o bien por el sustrato rocoso alterado.

En el caso del recubrimiento cuaternario, con los valores de SPT en las gravas de la unidad I-A, o en las arcillas de alteración del sustrato rocoso, se cumple la tensión admisible de cálculo. Los limos de la unidad I-B, que aparecen intercalados con las gravas, se presentan húmedos en el sondeo, con un golpeo de SPT estimado de 8, por lo que la tensión admisible de 2 kg/cm<sup>2</sup> no se alcanzaría.

Algo similar ocurre respecto al coeficiente de balasto: si el apoyo de los marcos cae sobre niveles de gravas o sobre el sustrato rocoso alterado, se cumplen los requisitos de partida. Si por el contrario el fondo de excavación quedara sobre los limos de la unidad I-B, que pueden estar bastante húmedos dada su situación en una vaguada, no se llegaría a ese valor de  $K_{30} = 5000 \text{ t/m}^3$ .

Por tanto, si en el fondo de excavación aparecieran los limos húmedos de la unidad I-B sería necesario realizar un saneo de los mismos hasta llegar a gravas o a las argilitas del sustrato rocoso, y su sustitución por un suelo granular bien compactado.

Con los datos extrapolados del conjunto de la actuación, no sería necesario el uso de cementos sulforesistentes.

En fase de obra se recomienda la realización de calicatas o ensayos de penetración dinámica DPSH para confirmar el modelo geotécnico.

## 6.7 RED DE TUBERÍAS

La red de tuberías de este proyecto contempla diversos diámetros y materiales. Unas tuberías son de impulsión, en las que la profundidad del zanjeo suele ser somera. Mientras que otras pertenecen a redes de gravedad, donde la profundidad de las zanjas estará condicionada por la topografía. Siendo las alturas de zanja mayores proyectadas del orden de 3 metros.

### 6.7.1 Zonificación geológico-geotécnica. Excavabilidad y estabilidad de las zanjas.

A lo largo de toda la red de riego las combinaciones de litologías y presencia de agua son múltiples por lo que se ha llevado a cabo una zonificación de la red estableciendo diversos modelos de terreno con condiciones lo suficientemente homogéneas como para recibir un tratamiento similar en cuanto a excavabilidad, estabilidad de taludes, etc.

Considerando una profundidad máxima de zanja de 3,0 m, se han diferenciado las siguientes zonas en función de las condiciones de excavación esperables:

- **Zona 1**

Excavación en cualquier tipo de terreno en condiciones secas y con buena estabilidad de paredes verticales en calicata.

- **Zona 1-A**

Fácilmente excavables hasta 3,0 m de profundidad. Calicatas CAR C-1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20 y BOM C-01 (CAR C-03). Supone el mayor porcentaje de la red, estimado en un 92%.

Se pueden plantear taludes subverticales.

- **Zona 1-B**

Difícilmente excavable hasta 3,0 m de profundidad (por la presencia del sustrato rocoso de argilitas y areniscas). Calicata CAR C-6.

El terreno que impide profundizar está constituido por areniscas, por lo que será necesario el uso de retroexcavadoras potentes y de forma puntual el uso de martillo hidráulico. Este tipo no alcanza el 3% de la longitud de las zanjas previstas.

Se pueden plantear taludes subverticales.

- **Zona 2**

Excavación en cualquier tipo de terreno con presencia de agua. La excavación no presenta problemas de dureza, pudiendo realizarse con medios convencionales.

La distribución espacial de estas zonas con presencia de agua se refleja en la planta de zonificación geológica-geotécnica de la red de tuberías del Anejo VII.

- **Zona 2-A**

Presencia de agua a menos de 3,0 m de profundidad con desmoronamiento de los taludes de excavación. La profundidad de aparición de agua varía entre 1,9 y 2,9 m de profundidad. Calicatas CAR C-10 y 19. Supone un porcentaje de la longitud total de redes del 3%.

Para este caso se aconseja una zanja con taludes tendidos (2H:1V); de no poder mantenerse incluso con esas inclinaciones habría que adoptar medidas de contención-entibación. Adicionalmente deberá contemplarse medidas de achique.

**- Zona 2-B**

Presencia de agua a más de 3,0 m de profundidad, pero con inestabilidad del pie de las zanjas por la proximidad del nivel de agua. Es el caso en el que el tramo basal de la zanja está constituido por arenitas muy alteradas a arenas con rezume de agua. Calicata CAR C-13. Supone un porcentaje de la longitud total de redes del 1-2%.

Si las excavaciones son de altura reducida, inferior a 3 metros pueden adoptarse las mismas recomendaciones que para la zona 1.

Si las excavaciones son más profundas, sería aconsejable un talud escalonado con dos inclinaciones. Para la parte superior y hasta los 3 metros adoptar taludes subverticales, y por debajo inclinar los taludes a valores 2H:1V o adoptar medidas de entibación-contención al pie.

De alcanzarse el agua deberán contemplarse medidas de achique.

**6.7.2. Suelo vegetal / Rellenos antrópicos**

El espesor promedio de tierra vegetal + rellenos antrópicos de nivelación de parcela de todas las calicatas realizadas para la red de tuberías es de 0,50 metros (mínimo 0,40 m y máximo 0,90 m). Los rellenos solo han sido detectados en las calicatas CAR-C2 y CAR-C8. En el caso de la calicata CAR C-17 se detecta un relleno de una antigua tubería en la mitad sur de la calicata.

**6.7.3. Aprovechamiento de los materiales excavados para relleno de zanjas**

Según proyecto, se contemplan 3 tipos de relleno de zanja:

- relleno ordinario, no compactado, se podrá utilizar cualquier material procedente de la excavación de las zanjas, excepto el suelo vegetal, eliminando los elementos muy gruesos (bolos o fragmentos de gran tamaño).
- relleno seleccionado, compactado al 98% PM, que procederá de los materiales de la propia excavación, excepto el suelo vegetal, y cuya única limitación es que no contenga tamaños superiores a 50 mm.
- cama de tubería, para la que se utilizará grava 6/12.

Los materiales granulares gruesos del nivel I-A se clasifican según PG3 como suelos seleccionados. Pueden ser utilizados para relleno seleccionado compactado previa eliminación de los elementos de tamaño superior a 5 cm.

Los materiales limo-arenosos del nivel I-B se clasifican según PG3 como suelos tolerables por su elevado contenido en finos. Son directamente utilizables como relleno ordinario o seleccionado compactado.

Los materiales más arcillosos procedentes del nivel II se clasifican según PG3 como suelos tolerables por su elevado contenido en finos. Son directamente utilizables como relleno ordinario o seleccionado compactado, eliminando los fragmentos de argilitas/areniscas que superen los 5 cm.

Según todo lo anterior, las necesidades de materiales para los rellenos ordinarios quedarían cubiertas con los productos de la excavación, mientras que en algunas zonas (áreas de glacia) podría llegar a ser necesario un cierto aporte externo para los rellenos seleccionados compactados debido a la posible merma de volumen reutilizable por exceso de tamaño en las gravas del nivel I-A.

Considerando profundidades de zanja de hasta 3,0 m, podemos trasladar la aptitud de los materiales de excavación a la planta de zonificación geológica-geotécnica de la red de tuberías del Anejo VII. La correspondencia sería la siguiente:

- Zanjas en unidades geológicas 16, 28, 21 y 24

La mayoría o la totalidad de los materiales de excavación pertenecen a los niveles I-A y I-B, en proporciones variables. Posibilidad de aparición de materiales del nivel II-A y II-B en el fondo.

- Zanjas en unidades geológicas 1, 2, 3 y 5

La mayoría o la totalidad de los materiales de excavación pertenecen al nivel II-A y en menor medida al II-B. Pueden estar recubiertos de forma superficial por materiales de los niveles I-A y I-B, presentando un espesor variable aunque en general reducido.

**6.7.4. Agresividad**

Se han realizado ensayos para determinar la agresividad química a los hormigones de los materiales de las unidades I-A, I-B y II-A, obteniéndose en todos ellos un contenido en sulfatos <0,1%, por lo que calificaríamos a estos terrenos como de agresividad nula a los hormigones.

En el caso de los materiales de la unidad II-A, asociados a la unidad geológica 5, se recomienda contrastar la agresividad con nuevos ensayos, ya que en algún sondeo realizado sobre dicha unidad geológica se detecta la presencia de algunos cristales de yeso en dichos materiales.

Zaragoza, Marzo de 2019

JOSE MANUEL BESCOS ROY  
Geólogo  
Nº de Colegiado ICOG: 5895

**IGEOSUMA, S.L.**  
GEOLOGÍA-GEOTECNIA-MEDIO AMBIENTE  
C.I.F. B-99320541  
Gil de Jasa, 22, 3º D  
50006 Zaragoza  
Tel./Fax 976 21 53 01  
igeosuma@movistar.es

ALFREDO ZAMORA RADA  
Geólogo  
Nº de Colegiado ICOG: 2702

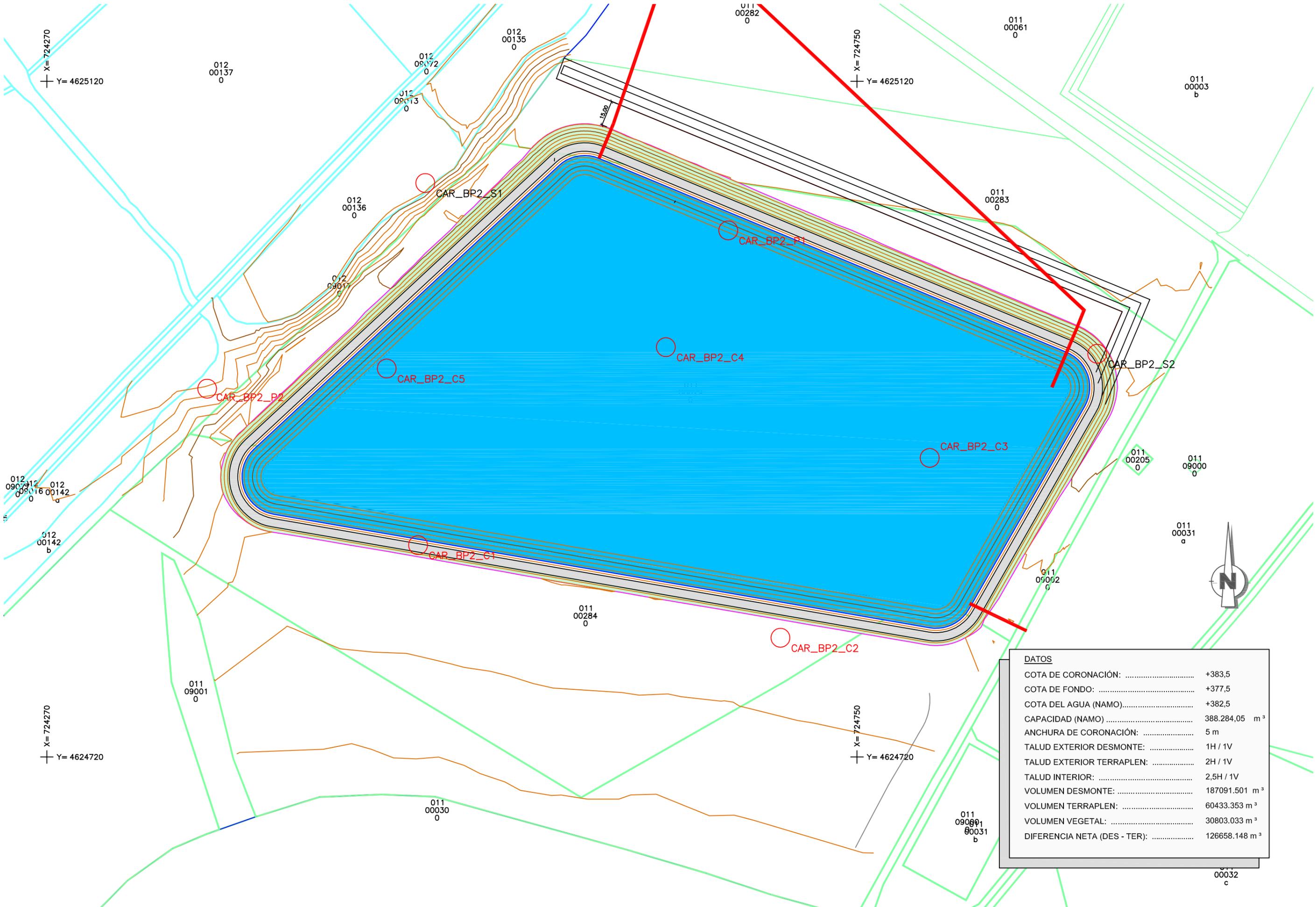
**ANEJOS**

I.- PLANTA DE SITUACIÓN ENSAYOS



DATOS	
COTA DE CORONACIÓN: .....	+345
COTA DE FONDO: .....	+340
COTA DEL AGUA (NAMO).....	+344
CAPACIDAD (NAMO) .....	93.084,49 m <sup>3</sup>
ANCHURA DE CORONACIÓN: .....	5 m
TALUD EXTERIOR DESMONTE: .....	1H / 1V
TALUD EXTERIOR TERRAPLEN: .....	2H / 1V
TALUD INTERIOR: .....	2,5H / 1V
VOLUMEN DESMONTE: .....	18686.097 m <sup>3</sup>
VOLUMEN TERRAPLEN: .....	38830.535 m <sup>3</sup>
VOLUMEN VEGETAL: .....	10909.091 m <sup>3</sup>
DIFERENCIA NETA (DES - TER): .....	-20144.438 m <sup>3</sup>

1 : 2.000



DATOS	
COTA DE CORONACIÓN: .....	+383,5
COTA DE FONDO: .....	+377,5
COTA DEL AGUA (NAMO).....	+382,5
CAPACIDAD (NAMO) .....	388.284,05 m <sup>3</sup>
ANCHURA DE CORONACIÓN: .....	5 m
TALUD EXTERIOR DESMONTE: .....	1H / 1V
TALUD EXTERIOR TERRAPLEN: .....	2H / 1V
TALUD INTERIOR: .....	2,5H / 1V
VOLUMEN DESMONTE: .....	187091.501 m <sup>3</sup>
VOLUMEN TERRAPLEN: .....	60433.353 m <sup>3</sup>
VOLUMEN VEGETAL: .....	30803.033 m <sup>3</sup>
DIFERENCIA NETA (DES - TER): .....	126658.148 m <sup>3</sup>

1: 2.000

BALSA A PIE DE CANAL BP2  
PLANTA GENERAL

X= 724170  
Y= 4622890

X= 724570  
Y= 4622890

X= 724170  
Y= 4622540

X= 724570  
Y= 4622540

026  
00006  
0

026  
00004  
026  
00004  
d

CAR\_BP3\_C5

CAR\_BP3\_S1

CAR\_BP3\_C1

CAR\_BP3\_C4

CAR\_BP3\_C3

CAR\_BP3\_C2

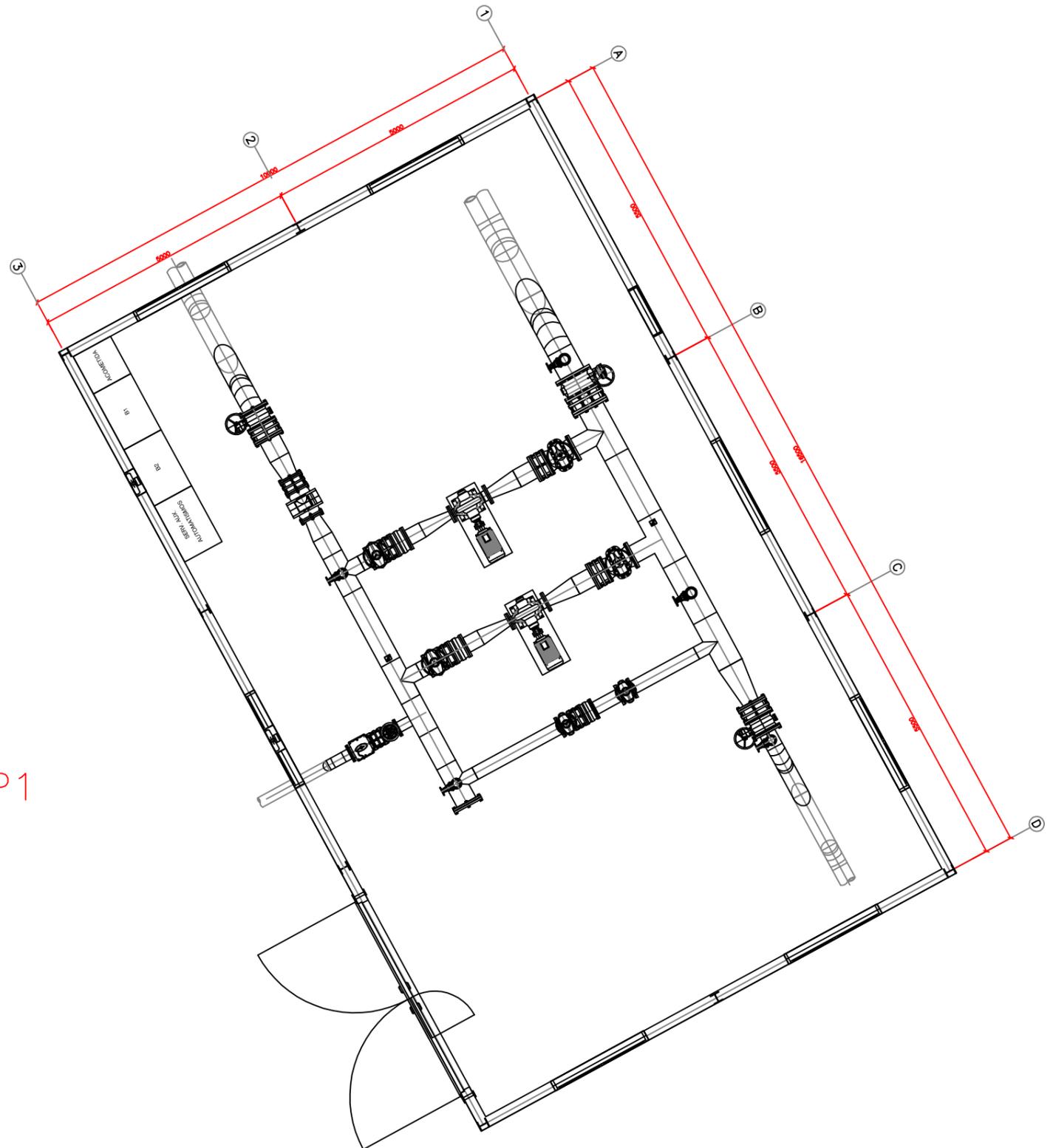
borde explanacion de la granja  
fuera de la valla

zona de separación granja-balsa

DATOS	
COTA DE CORONACIÓN: .....	+419
COTA DE FONDO: .....	+414
COTA DEL AGUA (NAMO).....	+418
CAPACIDAD (NAMO) .....	93.059,45 m <sup>3</sup>
ANCHURA DE CORONACIÓN: .....	5 m
TALUD EXTERIOR DESMONTE: .....	1H / 1V
TALUD EXTERIOR TERRAPLEN: .....	2H / 1V
TALUD INTERIOR: .....	2,5H / 1V
VOLUMEN DESMONTE: .....	66284.394 m <sup>3</sup>
VOLUMEN TERRAPLEN: .....	18775.619 m <sup>3</sup>
VOLUMEN VEGETAL: .....	10285.887 m <sup>3</sup>
DIFERENCIA NETA (DES - TER): .....	47508.775 m <sup>3</sup>

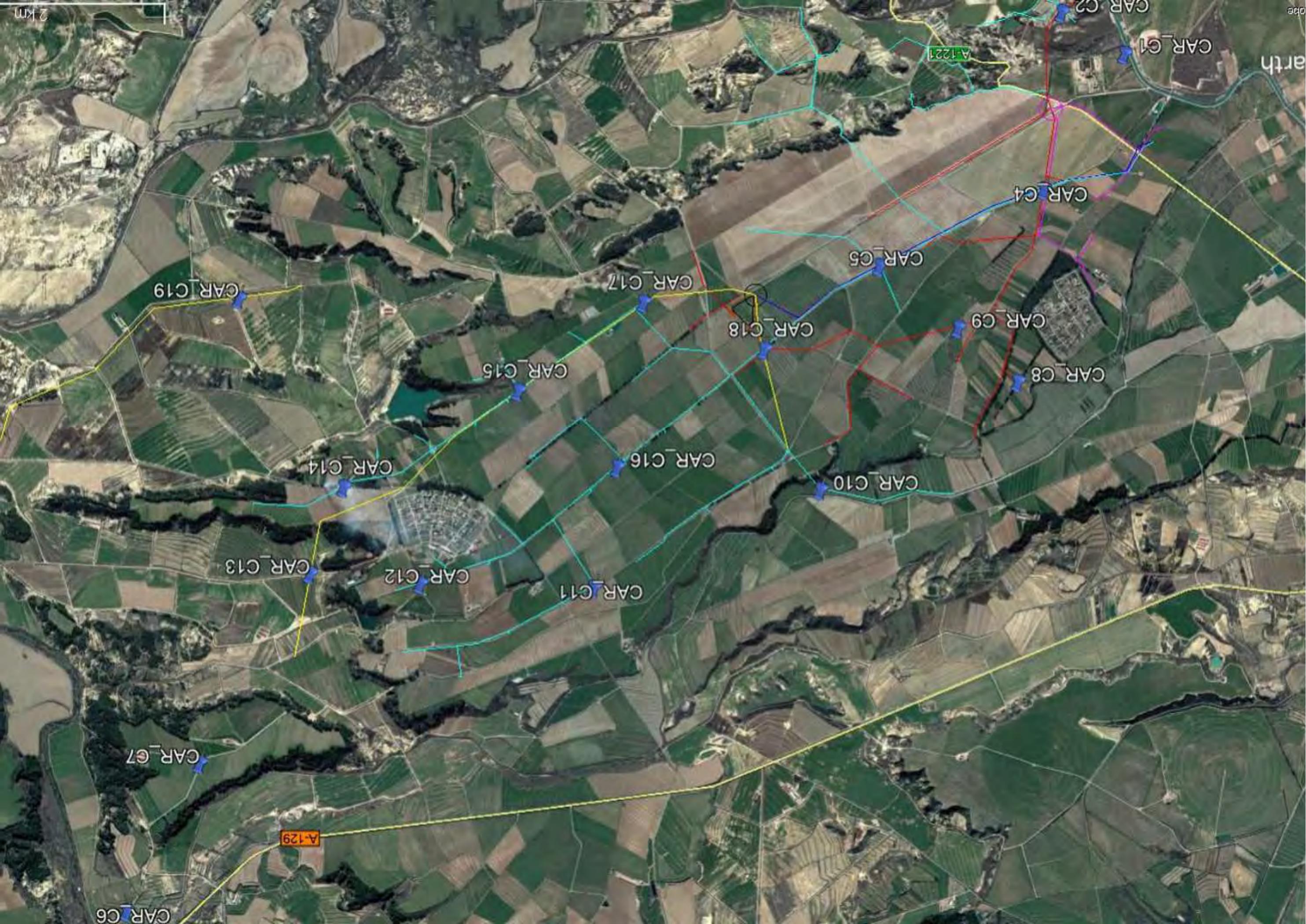
1 : 2.000

BOM-C1



BOM-P1





arth

CAR\_G1

CAR\_G2

CAR\_G4

CAR\_G5

CAR\_C17

CAR\_C18

CAR\_C9

CAR\_C8

CAR\_C15

CAR\_C16

CAR\_C10

CAR\_C14

CAR\_C13

CAR\_C12

CAR\_C11

CAR\_C7

A-129

A-1221

CAR\_C6

2 km

**II.- PERFILES LITOLÓGICOS DE LOS SONDEOS**

SONDEO : BP1-S1		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM 30T (ETRS89)				
Referencia: 0500		Fecha de realización: 21/01/2019		X = 727.905				
				Y = 4.626.311				
				Z = 340,3				
Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	NIVEL GEOTÉCNICO	MUESTRA	S.P.T.		NIVEL DE AGUA (m)	RQD
					Prof (m)	N30 = N15+N15		
0,60		Suelo vegetal. Limos con arcillas y gravas. Presencia de restos vegetales.	0					
1,80		Gravas de tamaño medio a fino, con gravilla y matriz de limos arenosos de color marrón claro. Los cantos son subredondeados.	I-A		1,00 1,45	8 = 4 + 4		
2,90		Limos arenosos a arenas limosas de color marrón claro. Aparecen algo húmedos.	I-B	MI (5-6-6-13) 2,00 2,60	2,60 3,20	46 = 15 + 31		
6,40		Mezcla de gravas de tamaño fino, subangulosas, y una abundante matriz de limos arenosos de color marrón. Se detectan pasadas de arenas limosas.	I-A		4,00 4,60	20 = 4 + 16	NO SE DETECTA	
7,80		Limos arenosos a arenas finas limosas, con algo de arcilla, de color marrón.	I-B	MI (6-5-6-5) 7,00 7,60	5,60 6,05	34 = 17 + 17		
9,95		Mezcla de arenas limosas con gravas de tamaño fino y gravillas. Los cantos son subangulosos. Se detectan pasadas de arcillas.	I-A		7,60 8,05 8,60 9,05	27 = 11 + 16 29 = 11 + 18		
		FIN SONDEO						



SONDEO : BP 3-S1		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM 30T (ETRS89)				
Referencia: 0500		Fecha de realización: 21/01/2019		X = 724.413				
				Y = 4.622.796				
				Z = 415				
Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	NIVEL GEOTÉCNICO	MUESTRA	S.P.T.		NIVEL DE AGUA (m)	RQD
					Prof (m)	N30 = N15+N15		
0,50		Suelo vegetal. Arcillas de color marrón oscuro, con algunas gravillas.	0					
1,70		Arcillas de color marrón, con algunos cantos de tamaño gravilla y grava fina.	I-B		1,20	3 = 1 + 2	Rezume 1,50 m	
2,90		SRA. Arcillas de color gris y rojo, con algunos cristales de yeso. Los primeros 20 cm aparecen húmedos.	II-A	MI (7-39-R)	2,00 2,40	Rzo		
3,50		Arenitas-limolita de color grisacea.	II-B		3,50 3,70	TP		
4,80		Limolita cementada decolor rojo violaceo y gris, con pasadas de arenisca.						
8,00		Arenita cementada de color grisaceo y marrón, con pasadas limolíticas. Se detecta la presencia de alguna venilla y nodulos de cristales blanquecinos (probablemente de calcita).			5,60 6,00	TP		90%
		FIN SONDEO			6,70 7,00	TP		





SONDEO : BP 2-S 2		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM 30T (ETRS89)				
Referencia: 0500		Fecha de realización: 21/01/2019		X = 724.892				
				Y = 4.624.959				
				Z = 378,8				
Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	NIVEL GEOTÉCNICO	MUESTRA	S.P.T.		NIVEL DE AGUA (m)	RQD
					Prof (m)	N30 = N15+N15		
0,50		Suelo vegetal. Limos arcillosos a arenosos con algo de gravillas.	0					
1,00		Limos arenosos de color marrón con algunas gravillas y gravas finas.	I-B					
4,90		Mezcla de gravas finas y gravillas con algunas gravas gruesas y abundante matriz de limos arenosos a arenas finas limosas..	I-A		35 = 18 + 17			
					39 = 21 + 18			NO SE DETECTA
					32 = 16 + 16			
7,20		Arcillas con cantos de gravillas dispersos y con pasadas arenosas. Aparecen muy húmedas y a partir de los 6,0 m hacia la base se encuentran saturadas de agua.	I-B	MI (3-3-4-4)	4 = 2 + 2			
7,40		SRA. Arcillas duras.	II-A		Rzo			
9,00		Argillitas de color marrón con pasadas de arenitas.	II-B	TP				83%
		FIN SONDEO						



### III.- PERFILES LITOLÓGICOS DE LAS CALICATAS

CALCATA : BP-1 C-01		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 727.859 Y = 4.626.337 Z = 340,45					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019							
Profundidad (m etros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50				Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,60				Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos.	NO SE DETECTA	Regular	Buena		I-A
1,10									
1,85		M1							
3,20		2,10		Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta la presencia de raíces hasta los 2,30 metros. Se detecta humedad.		Fácil	Buena		I-A
4,30									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

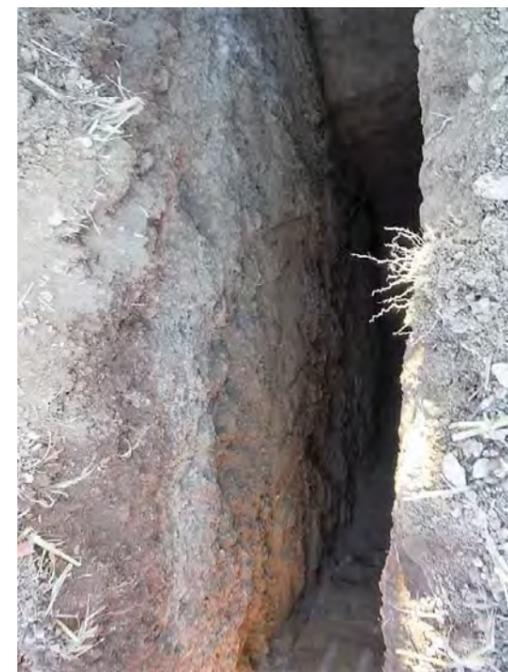


OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALCATA : BP-1 C-02		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 727.866 Y = 4.626.234 Z = 341,1					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019							
Profundidad (m etros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40				Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,70				Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos.	NO SE DETECTA	Fácil	Regular - Buena		I-A
1,10						Fácil	Buena		
1,35				Limos algo arenosos y arcillosos de color marrón claro con humedad.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-B
1,80									
1,85				Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta algo de humedad.		Fácil	Buena		I-A
3,20									
3,60				Limos algo arenosos y arcilloso que hacia la base se vuelven más arcillosos. Se detecta la presencia de porosidad y de venillas blancuecinas. Hacia la base tienen una alta humedad.		Fácil	Buena		I-B
4,10				Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta algo de humedad.		Fácil	Buena		I-A

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALCATA : BP-1 C-03		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 727.778 Y = 4.626.196 Z = 342,4					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019							
Profundidad (m etros)	Espesor (m )	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,50	0,85			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos.	NO SE DETECTA	Fácil	Regular - Buena		I-A
1,35	1,85			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grosso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta algo de humedad. En torno a los 1,50 metros se detecta una pasada de unos 15 cm de limos algo arenosos y arcillosos de color marrón claro con humedad.		Fácil	Buena		
3,20	0,60	M1 3,40		Limos algo arenosos y arcilloso que hacia la base se vuelven más arcillosos. Se detecta la presencia de porosidad y de venillas blanquecinas. Hacia la base tienen una alta humedad.		Fácil	Buena		I-B
3,80	0,60			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grosso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta algo de humedad.		Fácil	Buena		I-A
4,40									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALCATA : BP-1 C-04		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 727.822 Y = 4.626.265 Z = 341,35					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019							
Profundidad (m etros)	Espesor (m )	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,50	0,80			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos.	NO SE DETECTA	Fácil	Regular - Buena		I-A
1,30	3,10			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grosso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta algo de humedad.		Fácil	Buena		
4,40									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

IGEOSUMA, S.L.

CALCATA : BP-1 C-05	EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS
	Referencia: 0500		UTM (ETRS89) 30T X = 727.778 Y = 4.626.364 Z = 340,85
		Fecha de realización: 24 de enero de 2019	

Profundidad (m etros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
1,20	0,70			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos. Tamaño máximo de bolos en torno a los 50 cm.	NO SE DETECTA	Fácil	Regular - Buena		
4,70	2,30			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta algo de humedad.		Fácil	Buena		I-A

DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA:

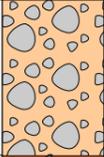


OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

<b>CALCATA : BP-2 C-01</b>		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS	
				UTM (ETRS89) 30T	
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019		X = 724.490	
				Y = 4.624.845	
				Z = 381,9	

Profundidad (m etros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de cam po	NIVEL
0,50				Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		<b>0</b>
1,10				Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos. Tamaño máximo de bolos en torno a los 35 cm.	NO SE DETECTA	Regular	Regular - Buena		<b>I-A</b>
2,50				Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados.		Fácil	Buena		
4,10									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

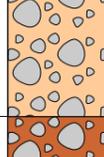
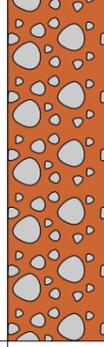


OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

<b>CALCATA : BP-2 C-02</b>		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS	
				UTM (ETRS89) 30T	
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019		X = 724.705	
				Y = 4.624.791	
				Z = 382,2	

Profundidad (m etros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de cam po	NIVEL
0,40				Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		<b>0</b>
1,00				Gravas y bolos en matriz limo arenosa cementadas por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos. Tamaño máximo de bolos en torno a los 35 cm.	NO SE DETECTA	Regular	Buena		<b>I-A</b>
2,70				Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados.		Fácil	Buena		
4,10									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALCATA : BP-2 C-03		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).			COORDENADAS				
					UTM (ETRS89) 30T				
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019			X = 724.793				
					Y = 4.624.897				
					Z = 380,5				
Profundidad (m etros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,80	0,80			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos.	NO SE DETECTA	Fácil Regular	Buena		I-A
2,70	2,70			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Aparecen con humedad. En torno a los 3,80 metros aparece una pasada de arena limosa humeda.		Fácil	Buena		
4,00	0,80	M1 4,30		Limos arcillosos, algo arenosos, de color marrón claro. Densos. Aparecen humedos y con abundante veteado blanquecino.		Fácil	Buena		I-B
4,80									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALCATA : BP-2 C-04		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).			COORDENADAS				
					UTM (ETRS89) 30T				
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019			X = 724.637				
					Y = 4.624.963				
					Z = 379,6				
Profundidad (m etros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,70	0,70			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos. Se extraen bloques cementados de hasta 40 cm.	NO SE DETECTA	Fácil Regular	Buena		I-A
2,40	2,40	M1 1,40		Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Aparecen con humedad.		Fácil	Buena		
3,60	0,80	M2 3,90		Limos arcillosos, algo arenosos, de color marrón claro. Densos. Aparecen con porosidad y bioturbación.		Fácil	Buena		I-B
4,40									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

# IGEOSUMA, S.L.

<b>CALCATA : BP-2 C-05</b>	EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS
			UTM (ETRS89) 30T X = 724.471 Y = 4.624.950 Z = 380,5
		Referencia: 0500	Fecha de realización: 23 de enero de 2019

Profundidad (m etros)	Espesor (m )	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		<b>0</b>
1,40	0,90			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos. Tamaño máximo de bolos en torno a los 35 cm.	NO SE DETECTA	Regular	Buena		<b>I-A</b>
3,70	2,30			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados.		Fácil	Buena		

**DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA:**



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA) PETICIONARIO: CINGRAL	Supervisión: Salvador Miguel Máquina: Mixta CASE 580 ST
---	--

CALCATA : BP-3 C-01		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 724.487 Y = 4.622.732 Z = 418					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019							
Profundidad (m etros)	Espesor (m )	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor y relleno.		Fácil	Regular - Buena		0
0,90	0,40			SRA. Arcilla densa de marrón grisacea con bioturbación.	NO SE DETECTA	Regular	Buena		II-A
1,00	0,10			Caliza micrítica.		Difícil	Buena		
1,90	0,90	M1 2,00		Argilita con colores marrón rojizos, verdes, grises y amarillentos. Se observa cierta porosidad.		Regular	Buena		II-A
2,90	1,00					Muy difícil	Buena		
									II-B

DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA :



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALCATA : BP-3 C-02		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 724.435 Y = 4.622.624 Z = 419,8					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019							
Profundidad (m etros)	Espesor (m )	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,45	0,45			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,90	0,55			Arcillas limosas de color marrón. Se detecta la presencia dispersa de cantos (grava fina-media) angulosos.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-B
1,00	0,80			Arcillas, algo limosas, de color marrón verdoso.		Fácil	Buena		II-A
1,80	0,90			Argilita marrón grisacea con bioturbación.		Regular	Buena		
2,70	0,90					Muy difícil	Buena		
									II-B

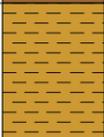
DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA :



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

<b>CALCATA : BP-3 C-03</b>	EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS
	Referencia: 0500		UTM (ETRS89) 30T X = 724.340 Y = 4.622.655 Z = 418,8
		Fecha de realización: 23 de enero de 2019	

Profundidad (m etros)	Espesor (m )	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		<b>0</b>
1,00	1,00	M1		Arcillas, algo limosas, de color marrón verdoso.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		<b>II-A</b>
1,40	0,30	M2		Argilita marrón grisacea con bioturbación.		Muy difícil	Buena		<b>II-B</b>
1,70									<b>II-B</b>

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA :



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

<b>CALCATA : BP-3 C-04</b>	EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS
	Referencia: 0500		UTM (ETRS89) 30T X = 724.398 Y = 4.622.713 Z = 417,10
		Fecha de realización: 23 de enero de 2019	

Profundidad (m etros)	Espesor (m )	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (m etros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		<b>0</b>
0,90	0,40			Arcillas limosas de color marrón. Se detecta la presencia dispersa de cantos (grava fina-media) angulosos.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		<b>I-B</b>
1,50	0,60			SRA. Arcillas densas de marrón grisacea con bioturbación.		Regular	Buena		<b>II-A</b>
1,59	0,09			Caliza micrítica.		Difícil	Buena		<b>II-A</b>
1,59	1,51			Argilita con colores marrón rojizos, verdes, grises y amarillentos. Se observa cierta porosidad.		Regular	Buena		<b>II-A</b>
3,10	0,30	M1		Arenita cementada de grano fino a limolita de color marrón verdoso y grisáceo. Aparece algo húmeda.		Regular	Buena		<b>II-A</b>
3,40	0,10			Argilita marrón grisacea y rojiza con bioturbación.		Regular	Buena		<b>II-A</b>
3,50									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA :



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

# IGEOSUMA, S.L.

<b>CALCATA : BP-3 C-05</b>	EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).	COORDENADAS
	Referencia: 0500      Fecha de realización: 23 de enero de 2019	UTM (ETRS89) 30T X = 724.315 Y = 4.622.749 Z = 414,25

Profundidad (m etras)	Espesor (m )	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Número de Frías (m etras)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,60	0,60		Tierra de labor.			Fácil	Regular - Buena		<b>0</b>
1,20	0,60		Arcillas limosas de color marrón. Se detecta la presencia dispersa de cantos (grava fina-media) angulosos hacia la base.		NO SE DETECTA	Fácil	Buena		<b>I-B</b>
1,90	0,70		Argilita marrón grisacea con bioturbación.			Regular	Buena		<b>II-A</b>
1,95	0,05		Caliza micrítica.			Difícil	Buena		
2,10	0,15		Argilita de color marrón grisacio y verdoso.			Regular	Buena		
2,50	0,40		Arenita cementada de grano fino a limolita de color marrón verdoso y grisaceo. Aparece algo húmeda.			Difícil	Buena		<b>II-B</b>

**DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA:**



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA) PETICIONARIO: CINGRAL	Supervisión: Salvador Miguel Máquina: Mixta CASE 580 ST
---	--

CALICATA: CAR C-01		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 725.088 Y = 4.624.288 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,60	0,60			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
1,60	1,00			Gravas y bolos en matriz limo arcillosa. Los cantos son angulosos-subangulosos y el tamaño máximo de bolos se sitúa en torno a los 40 cm. Hasta los 2 metros aparecen raíces.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A
2,20	0,70	M1 2,30		Grava en matriz areno limosa de color marrón con presencia de bolos, que se hacen más abundantes a partir de los 3,10 metros. El tamaño mayor de bolo se sitúa en torno a los 37 cm. El contenido de matriz varía en la vertical con alguna pasada más arenosa.		Fácil	Buena		I-A
4,30	0,70	M2 4,60		Arcilla limosa de color marrón amarillento, con pasadas grises y rojizas. Se detecta humedad.		Fácil	Buena		I-B

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-02		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 725.564 Y = 4.623.995 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,90	0,90			Tierra de labor + relleno de explanación. Se detecta la presencia de algún cascote de ladrillo.		Fácil	Regular - Buena		0
1,20	0,30			Arcilla limosa de color marrón.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-B
2,20	1,00			Limos arenosos de color marrón con cantos de grava y bolos. Los cantos y bolos son angulosos.		Fácil	Buena		I-B
3,10	0,90	M1 2,70		SRA. Arcillas de color marrón grisáceo con pasadas rojizas.		Fácil	Buena		II-A

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

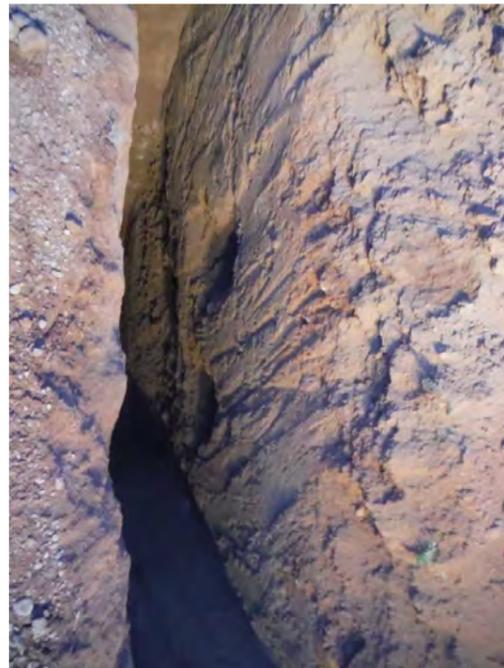


OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: BOM C-01		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 725.088 Y = 4.624.288 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Suelo vegetal.		Fácil	Regular - Buena		0
1,80	1,50	M1		Limos arenosos de color marrón con venillas blanquecinas y porosidad. Raíces de gran desarrollo hasta 2,10 metros. Se detecta la presencia puntual de algún canto tamaño grava y de lajas de tamaño máximo de unos 60 cm.	NO SE DETECTA	Fácil	Regular - Buena		I-B
2,20	1,30	M2		Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados.		Fácil	Buena		I-A
3,50									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-04		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 725.654 Y = 4.625.311 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 23 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
1,00	0,60			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos. Tamaño máximo de bolos en torno a los 50 cm.	NO SE DETECTA	Fácil	Regular - Buena		I-A
2,00	1,30			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. El contenido en bolos es alto y alcanzan unas dimensiones máximas de unos 50 cm. Se detecta cierta humedad.		Fácil	Regular - Buena		
3,00									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-05		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 726.858 Y = 4.625.0920 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 25 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		<b>0</b>
0,80	0,80			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos. Tamaño máximo de bolos en torno a los 50 cm.	NO SE DETECTA	Fácil	Regular - Buena		<b>I-A</b>
1,30	1,65			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. El contenido en bolos es alto y alcanzan unas dimensiones máximas de unos 50 cm. Se detecta cierta humedad.		Fácil	Regular - Buena		
2,95									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-06		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 732.288 Y = 4.630.866 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,45	0,45			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		<b>0</b>
2,05	2,05			Arenas limosas, algo arcillosas, densas y con humedad. Se detectan pasadas arcillosas. Por debajo de los 2,10 metros aparecen con cantos de grava-gravilla subredondeados.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		<b>I-B</b>
2,50	2,50	M1 0,70		Arenisca de grano fino de color marrón aparece escalonada detectandose a profundidades de S a N de la cata de 0,8 m, 2,3 m y de 2,5 m.		Muy difícil	Buena		<b>II-B</b>

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-07		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 731.782 Y = 4.629.753 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,50	1,00			Gravas muy heterométricas con bolos, en matriz areno limosa de color marrón. Los cantos son subangulosos-subredondeados.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A
1,50	1,90	M1		Arenas limosas, algo arcillosas, densas y con humedad.		Fácil	Buena		I-B
2,20	1,60			Gravas muy heterométricas con bolos (menor % que en el tramo anterior de gravas), en matriz areno limosa de color marrón. Los cantos son subangulosos subredondeados.		Fácil	Buena		I-A
3,30									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-08		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 725.803 Y = 4.626.735 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 25 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,10	0,10			Suelo vegetal.		Fácil	Regular - Buena		0
0,30	0,30			Relleno de nivelación de parcela. Gravas heterométricas en matriz limo arenosa.		Fácil	Regular - Buena		0
0,40	0,50			Gravas y bolos en matriz limo arenosa poco cementada por carbonatos y trabadas. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos. Se detecta la presencia de raíces hasta los 0,50 m.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A
0,90	2,15			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados.		Fácil	Buena		I-A
3,05									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-09		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 726.257 Y = 4.626.351 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 25 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,80	0,90	M1		Gravas y bolos en matriz limo arenosa poco cementada por carbonatos y trabadas. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A
1,30	1,70			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Los bolos alcanzan unas dimensiones máximas de unos 40 cm.		Fácil	Buena		
3,00									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-10		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 727.241 Y = 4.627.585 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 25 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
1,70	1,20	M1		Limos arcillosos, algo arenosos, de color marrón.		Fácil	Buena		I-B
2,20	2,90	M2		Arenas algo limosas, con pasadas más arcillosas hacia la base.	NF 2,90		Mala		
3,50									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-11		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 728.899 Y = 4.628.360 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 25 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
1,00	1,00			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los cantos son angulosos-subangulosos. Concreciones carbonatadas rodeando los cantos.	NO SE DETECTA	Fácil Regular	Buena		I-A
1,65	1,65			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grosso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. El contenido en bolos es alto y alcanzan unas dimensiones máximas de unos 40 cm. Se detecta dos pasadas más limosas en torno a los 1,70 m y los 2,70 m.		Fácil	Buena		
3,05	3,05								

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-12		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 730.187 Y = 4.628.374 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,60			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
1,40	1,20	M1		Gravas heterométricas en matriz limo arenosa de color marrón, con algún bolo. Presencia de raíces hasta los 0,6 m. Se detecta alguna pasada donde predomina la matriz. El contenido de bolos aumenta hacia la base.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A
2,80	0,50	M2		Limos arcillosos de color marrón. Presentan una humedad alta.		Fácil	Buena		I-B
3,30	3,00	3,00							

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-13		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 731.008 Y = 4.628.325 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,70	0,70			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
2,30	M1 1,30			SRA. Argilita de color marrón rojizo. Se detecta una alta humedad hacia la base.		Fácil	Buena		II-A
3,00	0,30			SR Muy Alterado. Arena limo arcillosa de color marrón.	NF 3,30	Fácil	Mala		

DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA:

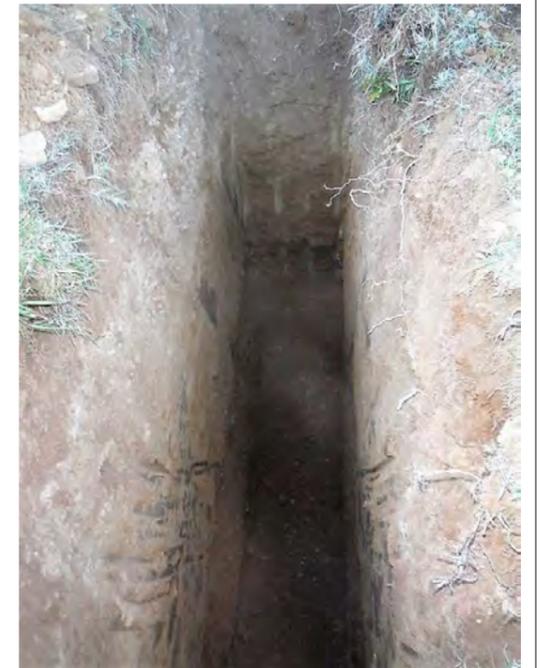


OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-14		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 730.784 Y = 4.627.680 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,60	0,20			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos.		Fácil Regular	Buena		I-A
1,10	M1 1,50			Limos arcillo arenosos de color marrón. Se detectan raíces hasta los 0,80 cm. Aparecen con humedad.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-B
1,70				Grava-gravilla con bolos en matriz areno limosa de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta humedad.		Fácil	Buena		I-A
3,05	1,35								

DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-15		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 729.505 Y = 4.626.921 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,60	0,60			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,90	0,30			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A
3,20	2,30	M1 1,70		Grava-gravilla con bolos en matriz areno limosa de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. Se detecta un alto grado de humedad.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

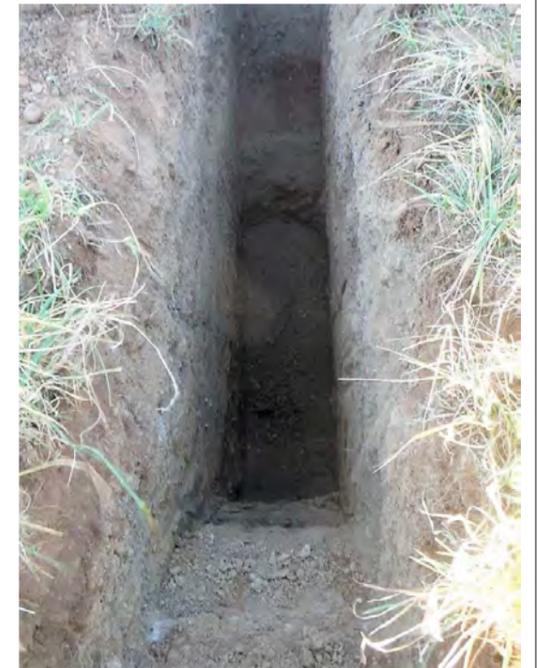


OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-16		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 728.754 Y = 4.627.465 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 25 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,45	0,45			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,90	0,45			Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Los últimos 10 cm hacia la base no se observa ya cementación.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A
1,90	1,00	M1 1,70		Limos arcillo arenosos de color marrón. Se detecta la presencia de venillas de color blanquecino y cierta porosidad. Aparecen humedos.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-B
3,10	1,20	M2 2,90		Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. El contenido en bolos es bajo.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-17		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 728.598 Y = 4.626.239 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,50	1,30			Mitad de cata aparecen Gravas y bolos en matriz limo arenosa ligeramente cementada por carbonatos. Mientras que en la otra mitad aparecen gravas de relleno de zanja.	NO SE DETECTA	Fácil - Regular	Buena		I-A
1,80	1,20			Grava-gravilla con bolos en matriz areno limosa de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados.		Fácil	Buena		I-A
3,00									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

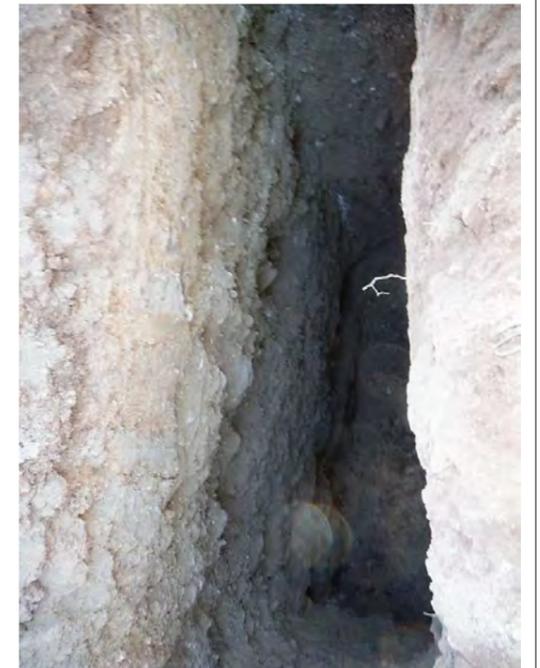


OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-18		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 727.690 Y = 4.626.557 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 25 de enero de 2019		Z =					
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
0,50	0,50			Limos arcillo arenosos de color marrón. Se detecta la presencia de algún canto de grava a techo.		Fácil	Buena		I-B
1,00	2,20			Grava-gravilla con bolos en matriz arenosa de tamaño medio-grueso de color marrón. El contenido en matriz varía en la vertical llegando a ser escasa en algún tramo. Los cantos son subangulosos-subredondeados. El contenido en bolos es muy alto.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-A
3,20									

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-19		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 731.601 Y = 4.626.307 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019							
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,60				Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
1,40	M1 1,30			Limos arcillosos a arcillas de color marrón muy saturadas en agua.	NF 1,90	Fácil	Mala		I-B
2,90	0,90			Gravas-gravillas en matriz limo arcillosa de color marrón que hacia los 2,20 m de profundidad aumenta considerablemente su porcentaje.		Fácil	Mala		I-A

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

CALICATA: CAR C-20		EMPLAZAMIENTO: LOS TT.MM. DE LA CARTUJA DE LOS MONEGROS Y SAN JUAN DEL FLUMEN(HUESCA).		COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T X = 733.406 Y = 4.627.489 Z =					
Referencia: 0500		Fecha de realización: 24 de enero de 2019							
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,70				Tierra de labor.		Fácil	Regular - Buena		0
1,00				Limos arcillosos a arcillas de color marrón muy saturadas en agua.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		I-B
1,60	M1 2,70			Arcillas algo limosas de color marrón con pasadas grises verdosas. Posible SR muy alterado. Se detecta la presencia de raíces hasta los 2,30 metros.		Fácil	Buena		II-A

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO PARA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN (HUESCA)  
PETICIONARIO: CINGRAL

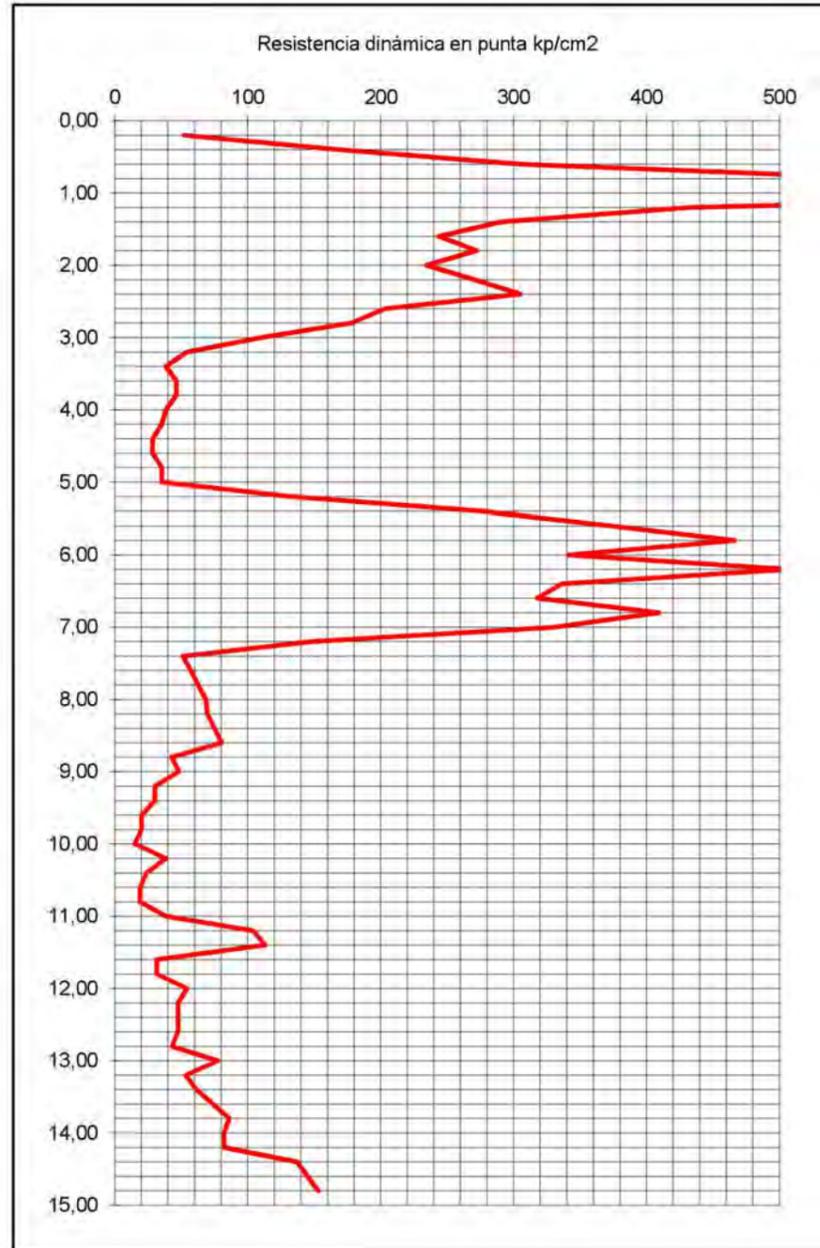
Supervisión: Salvador Miguel  
Máquina: Mixta CASE 580 ST

#### IV.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

**CLIENTE:** COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARE EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)  
**FECHA:** 24/01/2019  
**ENSAYO N°:** BP2-P1  
**COTA:** 378,5      **CORDENADAS:** X=724.674 / Y=4.625.032  
**EQUIPO:** DPSH

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA**

**GOLPEO**



Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>	Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>
0,20	5	8,20	13
0,40	16	8,40	14
0,60	29	8,60	15
0,80	56	8,80	8
1,00	83	9,00	9
1,20	46	9,20	6
1,40	31	9,40	6
1,60	26	9,60	4
1,80	29	9,80	4
2,00	25	10,00	3
2,20	32	10,20	8
2,40	36	10,40	5
2,60	24	10,60	4
2,80	21	10,80	4
3,00	13	11,00	8
3,20	7	11,20	23
3,40	5	11,40	25
3,60	6	11,60	7
3,80	6	11,80	7
4,00	5	12,00	12
4,20	5	12,20	11
4,40	4	12,40	11
4,60	4	12,60	11
4,80	5	12,80	10
5,00	5	13,00	18
5,20	20	13,20	13
5,40	42	13,40	15
5,60	57	13,60	18
5,80	71	13,80	21
6,00	52	14,00	20
6,20	83	14,20	21
6,40	55	14,40	35
6,60	52	14,60	37
6,80	67	14,80	39
7,00	54	15,00	.....
7,20	26	15,20	.....
7,40	9	15,40	.....
7,60	10	15,60	.....
7,80	11	15,80	.....
8,00	12	16,00	.....

**CLIENTE:** COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARE EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)  
**FECHA:** 24/01/2019  
**ENSAYO N°:** BP2-P2  
**COTA:** 376      **CORDENADAS:** X=724.365 / Y=4.625.938  
**EQUIPO:** DPSH

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA**

**GOLPEO**



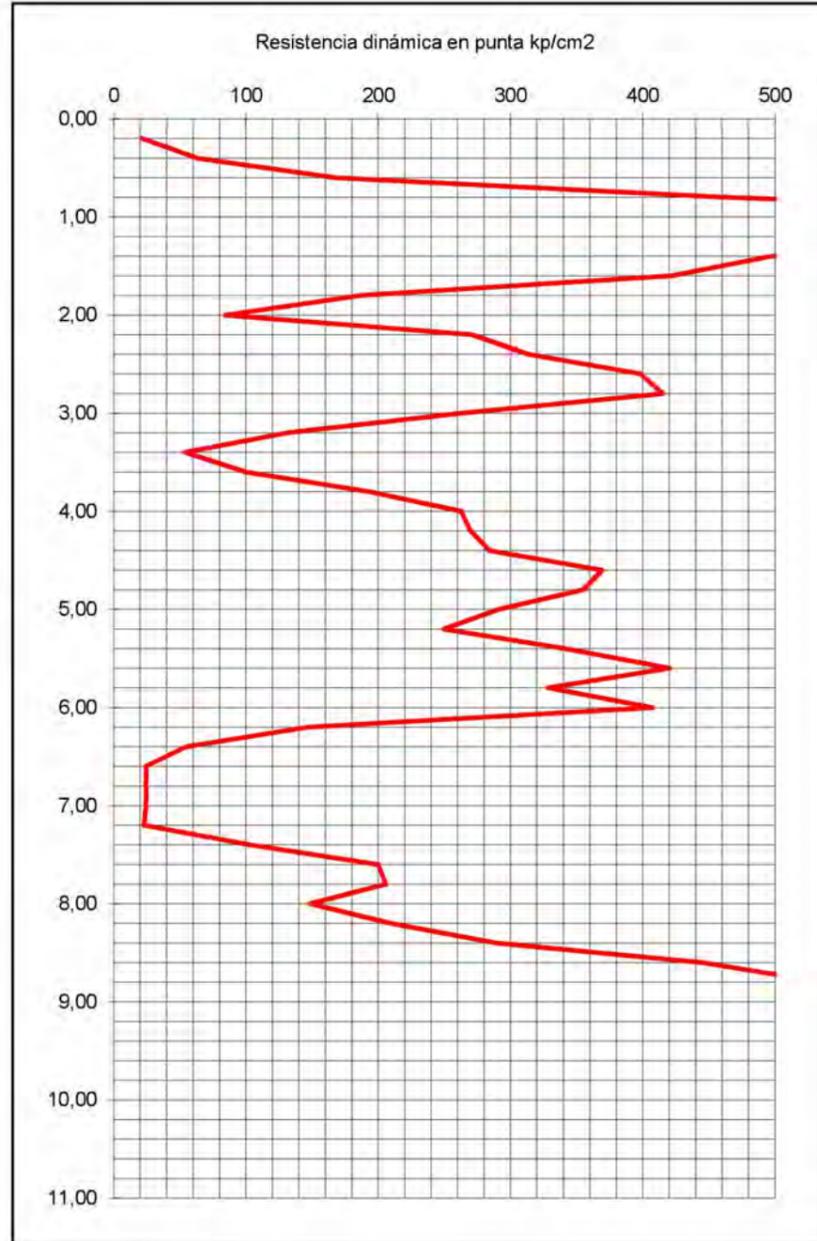
Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>	Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>
0,20	7	8,20	.....
0,40	6	8,40	.....
0,60	7	8,60	.....
0,80	13	8,80	.....
1,00	11	9,00	.....
1,20	12	9,20	.....
1,40	19	9,40	.....
1,60	29	9,60	.....
1,80	41	9,80	.....
2,00	34	10,00	.....
2,20	31	10,20	.....
2,40	39	10,40	.....
2,60	28	10,60	.....
2,80	16	10,80	.....
3,00	13	11,00	.....
3,20	12	11,20	.....
3,40	15	11,40	.....
3,60	12	11,60	.....
3,80	19	11,80	.....
4,00	27	12,00	.....
4,20	27	12,20	.....
4,40	37	12,40	.....
4,60	37	12,60	.....
4,80	31	12,80	.....
5,00	31	13,00	.....
5,20	29	13,20	.....
5,40	51	13,40	.....
5,60	38	13,60	.....
5,80	26	13,80	.....
6,00	21	14,00	.....
6,20	52	14,20	.....
6,40	100	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

**CLIENTE:** COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARE EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)  
**FECHA:** 24/01/2019  
**ENSAYO Nº:** TUR-P1  
**COTA:** 342,85      **CORDENADAS:** X=727.739 / Y=4.626.169  
**EQUIPO:** DPSH

**CLIENTE:** COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARE EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)  
**FECHA:** 24/01/2019  
**ENSAYO Nº:** TUR-P2  
**COTA:** 342,6      **CORDENADAS:** X=727.758 / Y=4.626.177  
**EQUIPO:** DPSH

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA**

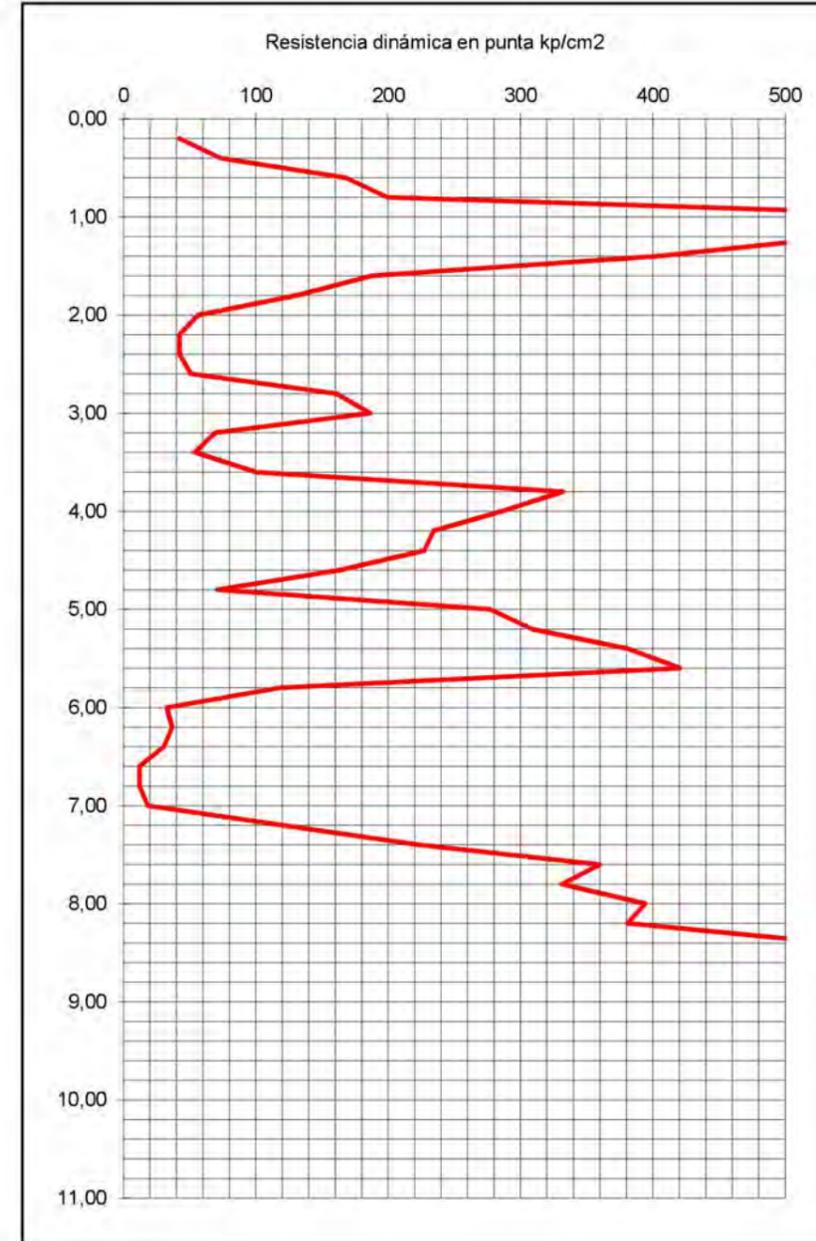
**GOLPEO**



Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>	Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>
0,20	2	8,20	39
0,40	6	8,40	54
0,60	16	8,60	83
0,80	44	8,80	100
1,00	85	9,00	.....
1,20	83	9,20	.....
1,40	53	9,40	.....
1,60	45	9,60	.....
1,80	20	9,80	.....
2,00	9	10,00	.....
2,20	32	10,20	.....
2,40	37	10,40	.....
2,60	47	10,60	.....
2,80	49	10,80	.....
3,00	31	11,00	.....
3,20	17	11,20	.....
3,40	7	11,40	.....
3,60	13	11,60	.....
3,80	25	11,80	.....
4,00	34	12,00	.....
4,20	38	12,20	.....
4,40	40	12,40	.....
4,60	52	12,60	.....
4,80	50	12,80	.....
5,00	41	13,00	.....
5,20	38	13,20	.....
5,40	52	13,40	.....
5,60	64	13,60	.....
5,80	50	13,80	.....
6,00	62	14,00	.....
6,20	24	14,20	.....
6,40	9	14,40	.....
6,60	4	14,60	.....
6,80	4	14,80	.....
7,00	4	15,00	.....
7,20	4	15,20	.....
7,40	18	15,40	.....
7,60	35	15,60	.....
7,80	36	15,80	.....
8,00	26	16,00	.....

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA**

**GOLPEO**



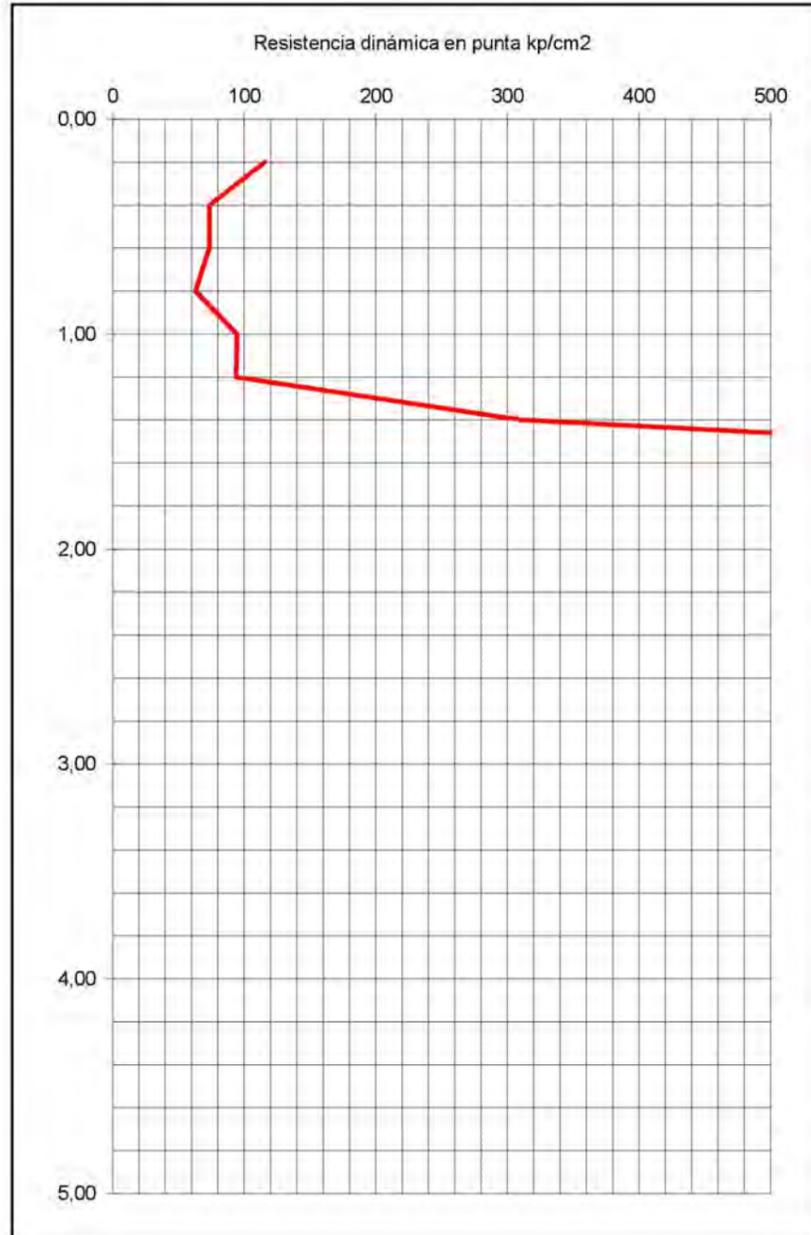
Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>	Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>
0,20	4	8,20	71
0,40	7	8,40	100
0,60	16	8,60	.....
0,80	19	8,80	.....
1,00	63	9,00	.....
1,20	58	9,20	.....
1,40	43	9,40	.....
1,60	20	9,60	.....
1,80	14	9,80	.....
2,00	6	10,00	.....
2,20	5	10,20	.....
2,40	5	10,40	.....
2,60	6	10,60	.....
2,80	19	10,80	.....
3,00	22	11,00	.....
3,20	9	11,20	.....
3,40	7	11,40	.....
3,60	13	11,60	.....
3,80	43	11,80	.....
4,00	37	12,00	.....
4,20	33	12,20	.....
4,40	32	12,40	.....
4,60	23	12,60	.....
4,80	10	12,80	.....
5,00	39	13,00	.....
5,20	47	13,20	.....
5,40	58	13,40	.....
5,60	64	13,60	.....
5,80	18	13,80	.....
6,00	5	14,00	.....
6,20	6	14,20	.....
6,40	5	14,40	.....
6,60	2	14,60	.....
6,80	2	14,80	.....
7,00	3	15,00	.....
7,20	21	15,20	.....
7,40	39	15,40	.....
7,60	63	15,60	.....
7,80	58	15,80	.....
8,00	69	16,00	.....

# IGEOSUMA, S.L.

**CLIENTE:** COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARE EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)  
**FECHA:** 24/01/2019  
**ENSAYO N°:** BOM-P1  
**COTA:** CORDENADAS: X=725.618 / Y=4.624.716  
**EQUIPO:** DPSH

## ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA

## GOLPEO



Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>	Prof (m)	N <sub>DPSH</sub>
0,20	11	8,20	.....
0,40	7	8,40	.....
0,60	7	8,60	.....
0,80	6	8,80	.....
1,00	9	9,00	.....
1,20	10	9,20	.....
1,40	33	9,40	.....
1,60	100	9,60	.....
1,80	.....	9,80	.....
2,00	.....	10,00	.....
2,20	.....	10,20	.....
2,40	.....	10,40	.....
2,60	.....	10,60	.....
2,80	.....	10,80	.....
3,00	.....	11,00	.....
3,20	.....	11,20	.....
3,40	.....	11,40	.....
3,60	.....	11,60	.....
3,80	.....	11,80	.....
4,00	.....	12,00	.....
4,20	.....	12,20	.....
4,40	.....	12,40	.....
4,60	.....	12,60	.....
4,80	.....	12,80	.....
5,00	.....	13,00	.....
5,20	.....	13,20	.....
5,40	.....	13,40	.....
5,60	.....	13,60	.....
5,80	.....	13,80	.....
6,00	.....	14,00	.....
6,20	.....	14,20	.....
6,40	.....	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

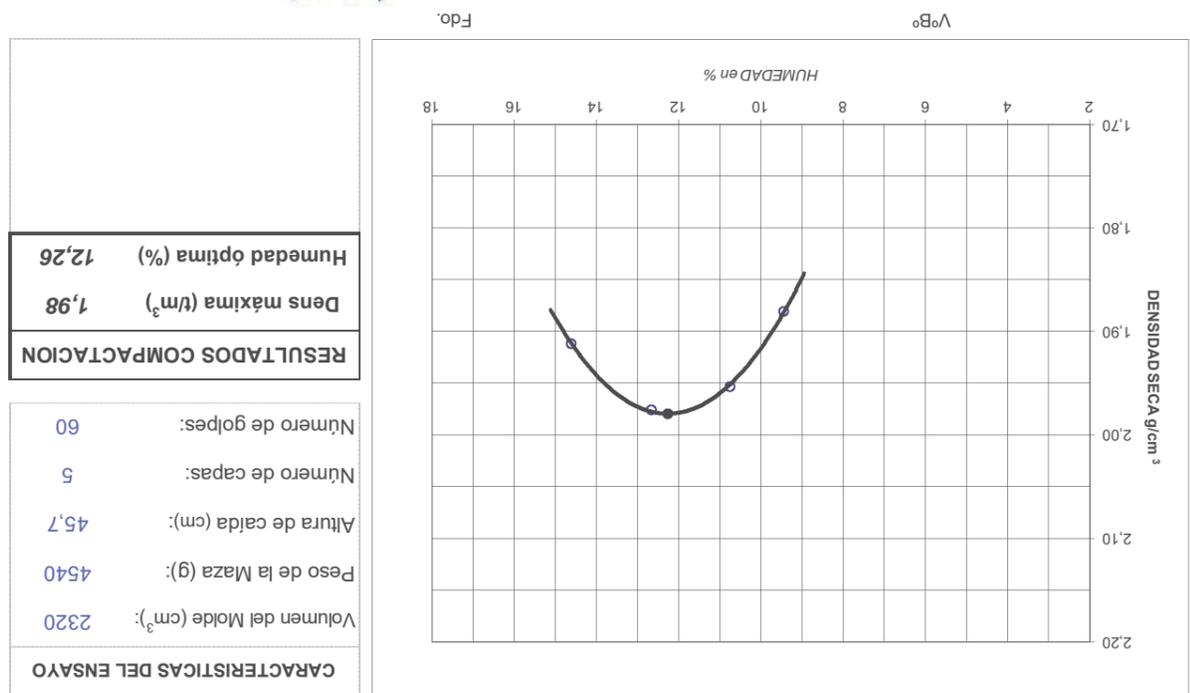
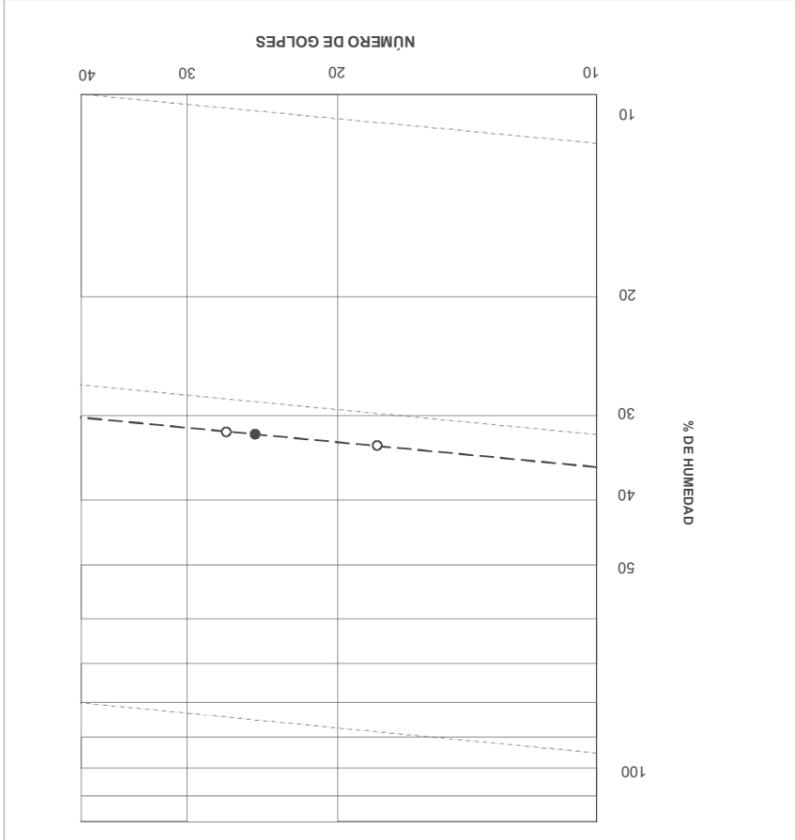
**V.- BOLETINES DE ENSAYO DE LABORATORIO**

	<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	Norma UNE 103103/94 UNE 103104/93	Acta nº 1911420	Copia 1. Igeosuma Nº Copia
	<b>Ensayo</b> ENSAYO COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO	Norma UNE 103501/94	Acta nº 1911421	Copia 1. Igeosuma Nº Copia

<b>Referencia Muestra... 193164</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	<b>Referencia Muestra... 193164</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)
--	--

CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO		CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	18	Referencia tara	L 5
a=(t+s+a)-(t+s)	T 24	Agua	0,70
Agua	3,18	Tara + suelo + agua	23,19
Tara + suelo + agua	29,18	Tara + suelo	22,49
t+s+a	30,41	Tara	18,33
t	26,00	Suelo	4,16
Suelo	9,57		
Referencia tara	T 69		
a=(t+s+a)-(t+s)	3,32		
Agua	3,32		
Tara + suelo + agua	30,41		
Tara + suelo	27,09		
Tara	16,62		
Suelo	10,47		
Nº de golpes	27		
Referencia tara	T 24		
a=(t+s+a)-(t+s)	3,18		
Agua	3,18		
Tara + suelo + agua	29,18		
Tara + suelo	26,00		
Tara	16,43		
Suelo	9,57		
Referencia tara	T 69		
a=(t+s+a)-(t+s)	3,32		
Agua	3,32		
Tara + suelo + agua	30,41		
Tara + suelo	27,09		
Tara	16,62		
Suelo	10,47		

<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b> LÍMITE LÍQUIDO = 32,0 LÍMITE PLÁSTICO = 16,8 ÍNDICE PLÁSTICIDAD = 15,1	<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b> LÍMITE LÍQUIDO = 32,0 LÍMITE PLÁSTICO = 16,8 ÍNDICE PLÁSTICIDAD = 15,1
--	--



Punto nº	Humedad (%)		Densidad (g/cm³)
	A	B	
Referencia tara	133,50	169,00	2,00
Agua	133,50	169,00	2,00
Tara+suelo+agua	2082,50	2258,50	2,00
Tara+suelo	1949,00	2089,50	2,00
Tara	535,50	518,50	2,00
Suelo	1413,50	1571,00	2,00
Punto nº <th colspan="2">Humedad (%)</th> <th rowspan="2">Densidad (g/cm³)</th>	Humedad (%)		Densidad (g/cm³)
A	9,44	10,76	
B	10,76	12,67	
C	12,67	14,61	

<b>RESULTADOS COMPACTACION</b>	Dens máxima (t/m³)	1,98
	Humedad óptima (%)	12,26

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO</b>	Volumen del Molde (cm³):	2320
	Peso de la Maza (g):	4540
	Altura de caída (cm):	45,7
	Número de capas:	5
	Número de golpes:	60

Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019

José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019

José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

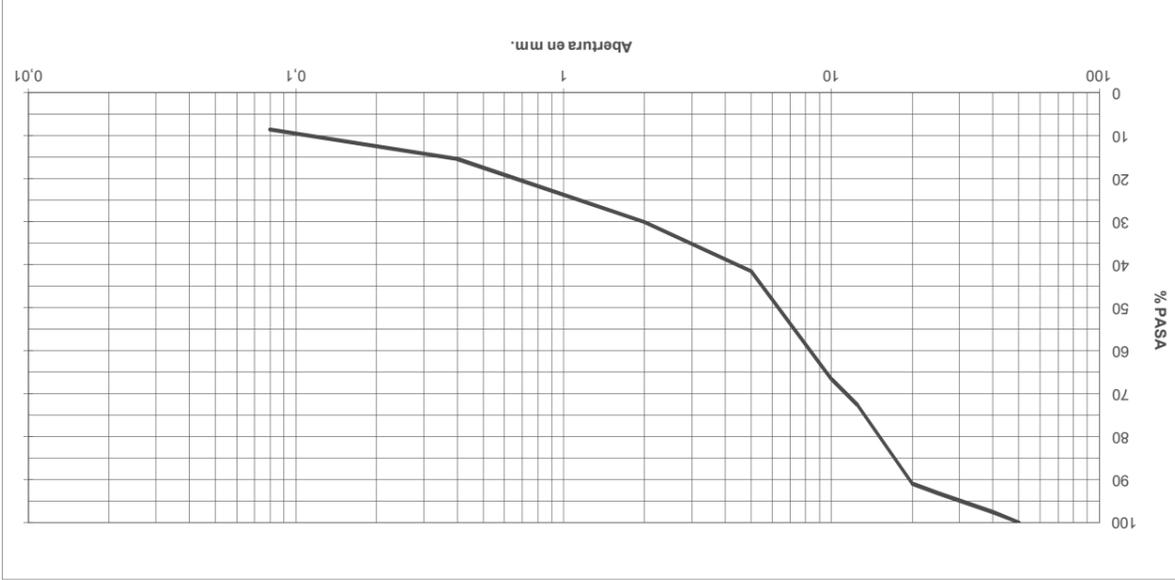


	<b>Ensayo</b> GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	Norma UNE 10310/95	Acta nº 1911424	Copia 1. Igeosuma Nº Copia
	<b>Ensayo</b> LÍMITES DE ATTERBERG	Norma UNE 10310/94 UNE 103104/93	Acta nº 1911425	Copia 1. Igeosuma Nº Copia

<b>Referencia Muestra... 193165</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)	<b>Referencia Muestra... 193165</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)
---	---

<b>CÁLCULOS PREVIOS</b> A Muestra total seca al aire $C = (A - B) * f$ $D = (B + C)$ $E$ $F = E * f$ C/F	<b>HUMEDAD HIGROSCÓPICA</b> $f = (100 / (100 + h))$ $h = (a/s) * 100$ Humedad higroscópica % F/correc. hum. higroscópica	3226,5 2257,8 967,3 3225,1 93,3 93,2 10,4	3225,1 967,3 96,9 96,8 28,9 68,0	Muestra total seca al aire Gruesos lavados Fracción fina seca Fracción fina ensayada seca al aire Fracción fina ensayada seca	1,0 0,1 0,1 96,9 96,8 28,9 68,0
--	--	---	---	---	---

<b>CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO</b> Retenido entre tamices ASTM g en parte g en muestra total	125 100 80 63 50 2,5 4 3 20 12,5 10 3/8 193,4 590,9 2934,4 3005,9 139,7 7,6 20 1,5 40 2 50 2,5 63 80 100 125	79,5 3145,6 98 93 91 73 67 42 1339,3 967,3 495,2 275,9 3225,1 3145,6 100	21,1 45,5 219,2 472,1 372,1 810,7 2150,0 2343,4 2934,4 3005,9 139,7 7,6 20 1,5 40 2 50 2,5 63 80 100 125	0,08 0,4 2 5 10 3/8 193,4 590,9 2934,4 3005,9 139,7 7,6 20 1,5 40 2 50 2,5 63 80 100 125	U.N.E. Tamiz Retenido entre tamices g en muestra total Gramos %
--	---	--	---	---	--



Director Técnico Eduardo Baquer Barrendos Responsable ensayo José A. Ballesteros Estela	Director Técnico Eduardo Baquer Barrendos Responsable ensayo José A. Ballesteros Estela
Caspe, a 10 de febrero de 2019 @TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio inctio en el LECCCE con referencia ARA-L-15 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.	Caspe, a 10 de febrero de 2019 @TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio inctio en el LECCCE con referencia ARA-L-15 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

	<b>Ensayo</b> ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	Norma UNE 103501/94	Acta nº 1911426	Copia 1. Igeosuma
	<b>Ensayo</b> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	Norma UNE 103201/96	Acta nº 1911427	Copia 1. Igeosuma

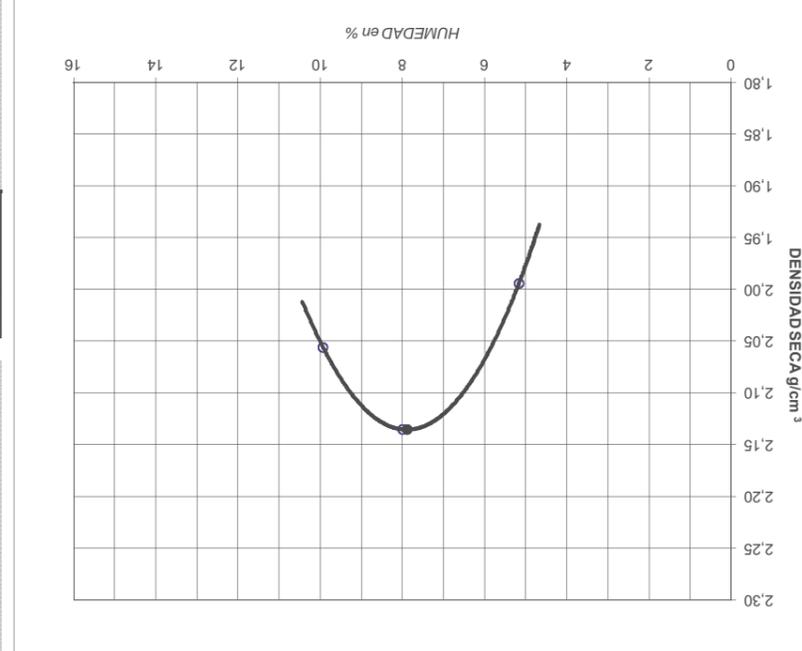
<b>Referencia Muestra... 193165</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 REFERENCIA INFORME..... EXP 19717	<b>Referencia Muestra... 193165</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 REFERENCIA INFORME..... EXP 19717
--	--

Punto nº	% agua añadida	DENSIDAD			Punto nº	Referencia tara	Agua	Tara+suelo+agua	Tara+suelo	Tara	Suelo	Humedad (%)			h=(a*100)/s
		A	B	C								A	B	C	
t+s+a	10293,00	10778,00	10671,50	10293,00	5427,50	5427,50	5427,50	2140,00	2193,00	543,50	1596,50	5,17	8,00	9,94	
t	5427,50	5427,50	5427,50	5427,50	2222,50	2738,00	2356,50	2193,00	2575,00	538,00	2037,00	5,17	8,00	9,94	
s+a=(t+s+a)-t	4865,50	5350,50	5244,00	4865,50	82,50	163,00	163,50	1645,50	1645,50	1645,50	1645,50	5,17	8,00	9,94	
D=s/v															

<b>RESULTADOS COMPACTACION</b> Dens máxima (t/m <sup>3</sup> ) 2,14 Humedad óptima (%) 7,89	<b>CARACTERISTICAS DEL ENSAYO</b> Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> ): 2320 Peso de la Maza (g): 4540 Altura de caída (cm): 45,7 Número de capas: 5 Número de golpes: 60
---	--

  
 Eduardo Baquer Barrientos  
 Director Técnico

  
 José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo



@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruels, s.l. Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

	<b>Ensayo</b> SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	Norma UNE 103201/96	Acta nº 1911427	Copia 1. Igeosuma
	<b>Ensayo</b> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	Norma UNE 103201/96	Acta nº 1911427	Copia 1. Igeosuma

<b>Referencia Muestra... 193165</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 REFERENCIA INFORME..... EXP 19717	<b>Referencia Muestra... 193165</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 REFERENCIA INFORME..... EXP 19717
--	--

DATOS ENSAYO		
Referencia tara	-	VP 5
% suelo pasa tamiz 2 UNE	30	9,8364
Muestra ensayada (g)	g	25,4418
Tara crisol (g)	T	25,4420
Tara crisol + Peso residuo (g)	T+R	0,0002
Corrección de cenizas Papel filtro (g)	Rc	250,00
Residuo calcinado en mufla (g)	Pp=(T+R)-T-Rc	500,00
Volumen de solución analizada (cm <sup>3</sup> )	v	
Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm <sup>3</sup> )	V	

**RESULTADO ENSAYO**  

$$\% SO_3 (\%) = \frac{SO_3}{100} = < 0,1$$

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruels, s.l. Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

 Eduardo Baquer Barrientos Director Técnico	 José A. Ballesteros Estela Responsable ensayo
---	---

	<b>Ensayo</b> GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	Norma UNE 10310/195	Acta nº 1911428	Copia 1. Igeosuma Nº Copia
	<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	Norma UNE 103103/94 UNE 103104/93	Acta nº 1911429	Copia 1. Igeosuma Nº Copia

<b>Referencia Muestra... 193166</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)	<b>Referencia Muestra... 193166</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)
---	---

<b>CÁLCULOS PREVIOS</b> A Muestra total seca al aire 1884,6 B Gruesos lavados 74,1 C = (A - B) * f Fracción fina seca 1800,2 D = (B + C) Muestra total seca 1874,3 E Fracción fina ensayada seca al aire 77,0 F = E * f Fracción fina ensayada seca 23,5 C/F	<b>HUMEDAD HIGROSCÓPICA</b> f = (100/(100+h)) F/correc. hum. higroscópica 1,0 h = (a/s) * 100 Humedad higroscópica % 0,6 a = (t+s+a) - (t+s) Agua 0,5 t+s+a Tara+suelo+agua 114,9 t+s Tara 114,4 t Tara 29,8 s Suelo 84,6
---	--

<b>CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO</b> Tamiz ASTM g en parte 125 U.N.E. g en parte 100 Retenido entre tamices g en muestra total 1874,3 Pasas en muestra total Gramos 1874,3 %	<table border="1"> <tr><td>125</td><td>0,08</td><td>200</td><td>4,7</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>75</td><td>0,15</td><td>150</td><td>1,1</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>60</td><td>0,25</td><td>120</td><td>2,5</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>45</td><td>0,42</td><td>90</td><td>4,7</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,75</td><td>60</td><td>11,1</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>15</td><td>1,5</td><td>30</td><td>23,5</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>7,5</td><td>3,0</td><td>15</td><td>47,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>3,75</td><td>6,0</td><td>7,5</td><td>94,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>1,875</td><td>12,0</td><td>3,75</td><td>188,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,9375</td><td>24,0</td><td>1,875</td><td>376,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,46875</td><td>48,0</td><td>0,9375</td><td>752,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,234375</td><td>96,0</td><td>0,46875</td><td>1504,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,1171875</td><td>192,0</td><td>0,234375</td><td>3008,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,05859375</td><td>384,0</td><td>0,1171875</td><td>6016,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,029296875</td><td>768,0</td><td>0,05859375</td><td>12032,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0146484375</td><td>1536,0</td><td>0,029296875</td><td>24064,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00732421875</td><td>3072,0</td><td>0,0146484375</td><td>48128,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,003662109375</td><td>6144,0</td><td>0,00732421875</td><td>96256,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0018310546875</td><td>12288,0</td><td>0,003662109375</td><td>192512,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00091552734375</td><td>24576,0</td><td>0,0018310546875</td><td>385024,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000457763671875</td><td>49152,0</td><td>0,00091552734375</td><td>770048,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0002288818359375</td><td>98304,0</td><td>0,000457763671875</td><td>1540096,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00011444091796875</td><td>196608,0</td><td>0,0002288818359375</td><td>3080192,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000057220458984375</td><td>393216,0</td><td>0,00011444091796875</td><td>6160384,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000286102294921875</td><td>786432,0</td><td>0,000057220458984375</td><td>12320768,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00001430511474609375</td><td>1572864,0</td><td>0,0000286102294921875</td><td>24641536,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000007152557373046875</td><td>3145728,0</td><td>0,00001430511474609375</td><td>49283072,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000035762786865234375</td><td>6291456,0</td><td>0,000007152557373046875</td><td>98566144,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000178813934326171875</td><td>12582912,0</td><td>0,0000035762786865234375</td><td>197132288,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000894069671630859375</td><td>25165824,0</td><td>0,00000178813934326171875</td><td>394264576,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000004470348358154296875</td><td>50331648,0</td><td>0,000000894069671630859375</td><td>788529152,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000022351741790771484375</td><td>100663296,0</td><td>0,0000004470348358154296875</td><td>1577058304,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000111758708953857421875</td><td>201326592,0</td><td>0,00000022351741790771484375</td><td>3154116608,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000558793544769287109375</td><td>402653184,0</td><td>0,000000111758708953857421875</td><td>6308233216,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000279396772384643546875</td><td>805306368,0</td><td>0,0000000558793544769287109375</td><td>12616466432,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000001396983861923217734375</td><td>1610612736,0</td><td>0,0000000279396772384643546875</td><td>25232932864,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000006984919309616088671875</td><td>3221225472,0</td><td>0,00000001396983861923217734375</td><td>50465865728,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000034924596548080443359375</td><td>6442450944,0</td><td>0,000000006984919309616088671875</td><td>100931731456,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000174622982740402216796875</td><td>12884901888,0</td><td>0,0000000034924596548080443359375</td><td>201863462912,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000873114913702011083984375</td><td>25769803776,0</td><td>0,00000000174622982740402216796875</td><td>403726925824,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000004365574568510055419721875</td><td>51539607552,0</td><td>0,000000000873114913702011083984375</td><td>807453851648,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000021827872842550277098609375</td><td>103079215104,0</td><td>0,0000000004365574568510055419721875</td><td>1614907703296,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000109139364212751385493046875</td><td>206158430208,0</td><td>0,00000000021827872842550277098609375</td><td>3229815406592,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000545696821063756927475234375</td><td>412316860416,0</td><td>0,000000000109139364212751385493046875</td><td>6459631213184,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000002728484105318784637376171875</td><td>824633720832,0</td><td>0,0000000000545696821063756927475234375</td><td>12919262426368,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000013642420526593923186880859375</td><td>1649267441664,0</td><td>0,00000000002728484105318784637376171875</td><td>25838524852736,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000068212102632969615934404296875</td><td>3298534883328,0</td><td>0,000000000013642420526593923186880859375</td><td>51677049705472,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000341060513164848079672021484375</td><td>6597069766656,0</td><td>0,0000000000068212102632969615934404296875</td><td>103341395333152,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000170530256582424039836010721875</td><td>13194139533312,0</td><td>0,00000000000341060513164848079672021484375</td><td>20668279066624,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000852651282912120199180053609375</td><td>26388279066624,0</td><td>0,00000000000170530256582424039836010721875</td><td>41376558133248,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000004263256414560600995900268046875</td><td>52776558133248,0</td><td>0,000000000000852651282912120199180053609375</td><td>82753116266496,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000021316282072803004979501340234375</td><td>105546232532736,0</td><td>0,0000000000004263256414560600995900268046875</td><td>165492465065472,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000106581410364015024897506701171875</td><td>211092465065472,0</td><td>0,00000000000021316282072803004979501340234375</td><td>330984930130944,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000000532907051820075124487533505859375</td><td>422184930130944,0</td><td>0,000000000000106581410364015024897506701171875</td><td>661369860261888,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000002664535259100375622437667529296875</td><td>844371720523776,0</td><td>0,0000000000000532907051820075124487533505859375</td><td>1328743441047744,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000013322676295501878112188337631484375</td><td>1688743441047744,0</td><td>0,00000000000002664535259100375622437667529296875</td><td>2757486882095488,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000006661338147750939056094166688171875</td><td>3377486882095488,0</td><td>0,000000000000013322676295501878112188337631484375</td><td>5514973764190976,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000000033306690738754695280470833440859375</td><td>6754947528390976,0</td><td>0,000000000000006661338147750939056094166688171875</td><td>11029895056781952,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000000016653345369377347640235416672204296875</td><td>13519795056781952,0</td><td>0,0000000000000033306690738754695280470833440859375</td><td>23059790113563904,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000832667268468869732011770833440859375</td><td>27039590113563904,0</td><td>0,0000000000000016653345369377347640235416672204296875</td><td>46079180227127808,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000416333634234434864005885416672204296875</td><td>54078380454255616,0</td><td>0,000000000000000832667268468869732011770833440859375</td><td>92156760908511232,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000000020816681711721743200294270833440859375</td><td>108156760908511232,0</td><td>0,000000000000000416333634234434864005885416672204296875</td><td>184313521817022464,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000000010408340855860871600147135416672204296875</td><td>216313521817022464,0</td><td>0,00000000000000020816681711721743200294270833440859375</td><td>368627043634044928,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000052041704279304356000735672833440859375</td><td>432627043634044928,0</td><td>0,00000000000000010408340855860871600147135416672204296875</td><td>737254087268089856,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000026020852139652178000367836416672204296875</td><td>865254087268089856,0</td><td>0,000000000000000052041704279304356000735672833440859375</td><td>1574508174536179712,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000000001301042606982608900018391820833440859375</td><td>1730508174536179712,0</td><td>0,000000000000000026020852139652178000367836416672204296875</td><td>3149016349072359424,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000000000065052130349130445000919591416672204296875</td><td>3474032698144718848,0</td><td>0,00000000000000001301042606982608900018391820833440859375</td><td>6348065396289437696,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000003252606517456522250045979572833440859375</td><td>6948065396289437696,0</td><td>0,0000000000000000065052130349130445000919591416672204296875</td><td>12696130792578875392,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000000000016263032587282611250022989786416672204296875</td><td>13892261585157750784,0</td><td>0,000000000000000003252606517456522250045979572833440859375</td><td>25384523170315501568,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000000000081315162936413056250011494893820833440859375</td><td>27784523170315501568,0</td><td>0,0000000000000000016263032587282611250022989786416672204296875</td><td>51569046340631003136,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000000406575814682065281250005747446916672204296875</td><td>55138092681262006272,0</td><td>0,00000000000000000081315162936413056250011494893820833440859375</td><td>103076185362524012544,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000000000002032879073410326406250002873723440859375</td><td>110276371362524012544,0</td><td>0,000000000000000000406575814682065281250005747446916672204296875</td><td>206552742725048025088,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000000101643953670516320312500014368617188437631484375</td><td>221497376419097625088,0</td><td>0,0000000000000000002032879073410326406250002873723440859375</td><td>442994752839095250176,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000000050821976835258160156250000718430859375</td><td>442994752839095250176,0</td><td>0,000000000000000000101643953670516320312500014368617188437631484375</td><td>885989505678190500352,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000000000000254109884176290800781250000359215416672204296875</td><td>885989505678190500352,0</td><td>0,000000000000000000050821976835258160156250000718430859375</td><td>1771979011356381000704,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,0000000000000000000127054942088145440390625000017960772833440859375</td><td>1771979011356381000704,0</td><td>0,0000000000000000000254109884176290800781250000359215416672204296875</td><td>3543958022712762001408,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000000000000635274710440727201953125000008980386416672204296875</td><td>3543958022712762001408,0</td><td>0,0000000000000000000127054942088145440390625000017960772833440859375</td><td>7087916045425524002816,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000000000000317637355220363600976562500000449019320833440859375</td><td>7087916045425524002816,0</td><td>0,00000000000000000000635274710440727201953125000008980386416672204296875</td><td>14175832090851048005632,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,00000000000000000000158818677611181800488281250000022450965416672204296875</td><td>14175832090851048005632,0</td><td>0,00000000000000000000317637355220363600976562500000449019320833440859375</td><td>283516641817020960011264,0</td><td>109,5</td><td>1874,3</td></tr> <tr><td>0,000000000000000000000794093388055900244140625000001122548270833440859375</td><td>2</td></tr></table>	125	0,08	200	4,7	109,5	1874,3	75	0,15	150	1,1	109,5	1874,3	60	0,25	120	2,5	109,5	1874,3	45	0,42	90	4,7	109,5	1874,3	30	0,75	60	11,1	109,5	1874,3	15	1,5	30	23,5	109,5	1874,3	7,5	3,0	15	47,0	109,5	1874,3	3,75	6,0	7,5	94,0	109,5	1874,3	1,875	12,0	3,75	188,0	109,5	1874,3	0,9375	24,0	1,875	376,0	109,5	1874,3	0,46875	48,0	0,9375	752,0	109,5	1874,3	0,234375	96,0	0,46875	1504,0	109,5	1874,3	0,1171875	192,0	0,234375	3008,0	109,5	1874,3	0,05859375	384,0	0,1171875	6016,0	109,5	1874,3	0,029296875	768,0	0,05859375	12032,0	109,5	1874,3	0,0146484375	1536,0	0,029296875	24064,0	109,5	1874,3	0,00732421875	3072,0	0,0146484375	48128,0	109,5	1874,3	0,003662109375	6144,0	0,00732421875	96256,0	109,5	1874,3	0,0018310546875	12288,0	0,003662109375	192512,0	109,5	1874,3	0,00091552734375	24576,0	0,0018310546875	385024,0	109,5	1874,3	0,000457763671875	49152,0	0,00091552734375	770048,0	109,5	1874,3	0,0002288818359375	98304,0	0,000457763671875	1540096,0	109,5	1874,3	0,00011444091796875	196608,0	0,0002288818359375	3080192,0	109,5	1874,3	0,000057220458984375	393216,0	0,00011444091796875	6160384,0	109,5	1874,3	0,0000286102294921875	786432,0	0,000057220458984375	12320768,0	109,5	1874,3	0,00001430511474609375	1572864,0	0,0000286102294921875	24641536,0	109,5	1874,3	0,000007152557373046875	3145728,0	0,00001430511474609375	49283072,0	109,5	1874,3	0,0000035762786865234375	6291456,0	0,000007152557373046875	98566144,0	109,5	1874,3	0,00000178813934326171875	12582912,0	0,0000035762786865234375	197132288,0	109,5	1874,3	0,000000894069671630859375	25165824,0	0,00000178813934326171875	394264576,0	109,5	1874,3	0,0000004470348358154296875	50331648,0	0,000000894069671630859375	788529152,0	109,5	1874,3	0,00000022351741790771484375	100663296,0	0,0000004470348358154296875	1577058304,0	109,5	1874,3	0,000000111758708953857421875	201326592,0	0,00000022351741790771484375	3154116608,0	109,5	1874,3	0,0000000558793544769287109375	402653184,0	0,000000111758708953857421875	6308233216,0	109,5	1874,3	0,0000000279396772384643546875	805306368,0	0,0000000558793544769287109375	12616466432,0	109,5	1874,3	0,00000001396983861923217734375	1610612736,0	0,0000000279396772384643546875	25232932864,0	109,5	1874,3	0,000000006984919309616088671875	3221225472,0	0,00000001396983861923217734375	50465865728,0	109,5	1874,3	0,0000000034924596548080443359375	6442450944,0	0,000000006984919309616088671875	100931731456,0	109,5	1874,3	0,00000000174622982740402216796875	12884901888,0	0,0000000034924596548080443359375	201863462912,0	109,5	1874,3	0,000000000873114913702011083984375	25769803776,0	0,00000000174622982740402216796875	403726925824,0	109,5	1874,3	0,0000000004365574568510055419721875	51539607552,0	0,000000000873114913702011083984375	807453851648,0	109,5	1874,3	0,00000000021827872842550277098609375	103079215104,0	0,0000000004365574568510055419721875	1614907703296,0	109,5	1874,3	0,000000000109139364212751385493046875	206158430208,0	0,00000000021827872842550277098609375	3229815406592,0	109,5	1874,3	0,0000000000545696821063756927475234375	412316860416,0	0,000000000109139364212751385493046875	6459631213184,0	109,5	1874,3	0,00000000002728484105318784637376171875	824633720832,0	0,0000000000545696821063756927475234375	12919262426368,0	109,5	1874,3	0,000000000013642420526593923186880859375	1649267441664,0	0,00000000002728484105318784637376171875	25838524852736,0	109,5	1874,3	0,0000000000068212102632969615934404296875	3298534883328,0	0,000000000013642420526593923186880859375	51677049705472,0	109,5	1874,3	0,00000000000341060513164848079672021484375	6597069766656,0	0,0000000000068212102632969615934404296875	103341395333152,0	109,5	1874,3	0,00000000000170530256582424039836010721875	13194139533312,0	0,00000000000341060513164848079672021484375	20668279066624,0	109,5	1874,3	0,000000000000852651282912120199180053609375	26388279066624,0	0,00000000000170530256582424039836010721875	41376558133248,0	109,5	1874,3	0,0000000000004263256414560600995900268046875	52776558133248,0	0,000000000000852651282912120199180053609375	82753116266496,0	109,5	1874,3	0,00000000000021316282072803004979501340234375	105546232532736,0	0,0000000000004263256414560600995900268046875	165492465065472,0	109,5	1874,3	0,000000000000106581410364015024897506701171875	211092465065472,0	0,00000000000021316282072803004979501340234375	330984930130944,0	109,5	1874,3	0,0000000000000532907051820075124487533505859375	422184930130944,0	0,000000000000106581410364015024897506701171875	661369860261888,0	109,5	1874,3	0,00000000000002664535259100375622437667529296875	844371720523776,0	0,0000000000000532907051820075124487533505859375	1328743441047744,0	109,5	1874,3	0,000000000000013322676295501878112188337631484375	1688743441047744,0	0,00000000000002664535259100375622437667529296875	2757486882095488,0	109,5	1874,3	0,000000000000006661338147750939056094166688171875	3377486882095488,0	0,000000000000013322676295501878112188337631484375	5514973764190976,0	109,5	1874,3	0,0000000000000033306690738754695280470833440859375	6754947528390976,0	0,000000000000006661338147750939056094166688171875	11029895056781952,0	109,5	1874,3	0,0000000000000016653345369377347640235416672204296875	13519795056781952,0	0,0000000000000033306690738754695280470833440859375	23059790113563904,0	109,5	1874,3	0,000000000000000832667268468869732011770833440859375	27039590113563904,0	0,0000000000000016653345369377347640235416672204296875	46079180227127808,0	109,5	1874,3	0,000000000000000416333634234434864005885416672204296875	54078380454255616,0	0,000000000000000832667268468869732011770833440859375	92156760908511232,0	109,5	1874,3	0,00000000000000020816681711721743200294270833440859375	108156760908511232,0	0,000000000000000416333634234434864005885416672204296875	184313521817022464,0	109,5	1874,3	0,00000000000000010408340855860871600147135416672204296875	216313521817022464,0	0,00000000000000020816681711721743200294270833440859375	368627043634044928,0	109,5	1874,3	0,000000000000000052041704279304356000735672833440859375	432627043634044928,0	0,00000000000000010408340855860871600147135416672204296875	737254087268089856,0	109,5	1874,3	0,000000000000000026020852139652178000367836416672204296875	865254087268089856,0	0,000000000000000052041704279304356000735672833440859375	1574508174536179712,0	109,5	1874,3	0,00000000000000001301042606982608900018391820833440859375	1730508174536179712,0	0,000000000000000026020852139652178000367836416672204296875	3149016349072359424,0	109,5	1874,3	0,0000000000000000065052130349130445000919591416672204296875	3474032698144718848,0	0,00000000000000001301042606982608900018391820833440859375	6348065396289437696,0	109,5	1874,3	0,000000000000000003252606517456522250045979572833440859375	6948065396289437696,0	0,0000000000000000065052130349130445000919591416672204296875	12696130792578875392,0	109,5	1874,3	0,0000000000000000016263032587282611250022989786416672204296875	13892261585157750784,0	0,000000000000000003252606517456522250045979572833440859375	25384523170315501568,0	109,5	1874,3	0,00000000000000000081315162936413056250011494893820833440859375	27784523170315501568,0	0,0000000000000000016263032587282611250022989786416672204296875	51569046340631003136,0	109,5	1874,3	0,000000000000000000406575814682065281250005747446916672204296875	55138092681262006272,0	0,00000000000000000081315162936413056250011494893820833440859375	103076185362524012544,0	109,5	1874,3	0,0000000000000000002032879073410326406250002873723440859375	110276371362524012544,0	0,000000000000000000406575814682065281250005747446916672204296875	206552742725048025088,0	109,5	1874,3	0,000000000000000000101643953670516320312500014368617188437631484375	221497376419097625088,0	0,0000000000000000002032879073410326406250002873723440859375	442994752839095250176,0	109,5	1874,3	0,000000000000000000050821976835258160156250000718430859375	442994752839095250176,0	0,000000000000000000101643953670516320312500014368617188437631484375	885989505678190500352,0	109,5	1874,3	0,0000000000000000000254109884176290800781250000359215416672204296875	885989505678190500352,0	0,000000000000000000050821976835258160156250000718430859375	1771979011356381000704,0	109,5	1874,3	0,0000000000000000000127054942088145440390625000017960772833440859375	1771979011356381000704,0	0,0000000000000000000254109884176290800781250000359215416672204296875	3543958022712762001408,0	109,5	1874,3	0,00000000000000000000635274710440727201953125000008980386416672204296875	3543958022712762001408,0	0,0000000000000000000127054942088145440390625000017960772833440859375	7087916045425524002816,0	109,5	1874,3	0,00000000000000000000317637355220363600976562500000449019320833440859375	7087916045425524002816,0	0,00000000000000000000635274710440727201953125000008980386416672204296875	14175832090851048005632,0	109,5	1874,3	0,00000000000000000000158818677611181800488281250000022450965416672204296875	14175832090851048005632,0	0,00000000000000000000317637355220363600976562500000449019320833440859375	283516641817020960011264,0	109,5	1874,3	0,000000000000000000000794093388055900244140625000001122548270833440859375	2
125	0,08	200	4,7	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
75	0,15	150	1,1	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
60	0,25	120	2,5	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
45	0,42	90	4,7	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
30	0,75	60	11,1	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	1,5	30	23,5	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
7,5	3,0	15	47,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
3,75	6,0	7,5	94,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1,875	12,0	3,75	188,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,9375	24,0	1,875	376,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,46875	48,0	0,9375	752,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,234375	96,0	0,46875	1504,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,1171875	192,0	0,234375	3008,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,05859375	384,0	0,1171875	6016,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,029296875	768,0	0,05859375	12032,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0146484375	1536,0	0,029296875	24064,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00732421875	3072,0	0,0146484375	48128,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,003662109375	6144,0	0,00732421875	96256,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0018310546875	12288,0	0,003662109375	192512,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00091552734375	24576,0	0,0018310546875	385024,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000457763671875	49152,0	0,00091552734375	770048,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0002288818359375	98304,0	0,000457763671875	1540096,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00011444091796875	196608,0	0,0002288818359375	3080192,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000057220458984375	393216,0	0,00011444091796875	6160384,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000286102294921875	786432,0	0,000057220458984375	12320768,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00001430511474609375	1572864,0	0,0000286102294921875	24641536,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000007152557373046875	3145728,0	0,00001430511474609375	49283072,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000035762786865234375	6291456,0	0,000007152557373046875	98566144,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000178813934326171875	12582912,0	0,0000035762786865234375	197132288,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000894069671630859375	25165824,0	0,00000178813934326171875	394264576,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000004470348358154296875	50331648,0	0,000000894069671630859375	788529152,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000022351741790771484375	100663296,0	0,0000004470348358154296875	1577058304,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000111758708953857421875	201326592,0	0,00000022351741790771484375	3154116608,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000558793544769287109375	402653184,0	0,000000111758708953857421875	6308233216,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000279396772384643546875	805306368,0	0,0000000558793544769287109375	12616466432,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000001396983861923217734375	1610612736,0	0,0000000279396772384643546875	25232932864,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000006984919309616088671875	3221225472,0	0,00000001396983861923217734375	50465865728,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000034924596548080443359375	6442450944,0	0,000000006984919309616088671875	100931731456,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000174622982740402216796875	12884901888,0	0,0000000034924596548080443359375	201863462912,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000873114913702011083984375	25769803776,0	0,00000000174622982740402216796875	403726925824,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000004365574568510055419721875	51539607552,0	0,000000000873114913702011083984375	807453851648,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000021827872842550277098609375	103079215104,0	0,0000000004365574568510055419721875	1614907703296,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000109139364212751385493046875	206158430208,0	0,00000000021827872842550277098609375	3229815406592,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000545696821063756927475234375	412316860416,0	0,000000000109139364212751385493046875	6459631213184,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000002728484105318784637376171875	824633720832,0	0,0000000000545696821063756927475234375	12919262426368,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000013642420526593923186880859375	1649267441664,0	0,00000000002728484105318784637376171875	25838524852736,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000068212102632969615934404296875	3298534883328,0	0,000000000013642420526593923186880859375	51677049705472,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000341060513164848079672021484375	6597069766656,0	0,0000000000068212102632969615934404296875	103341395333152,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000170530256582424039836010721875	13194139533312,0	0,00000000000341060513164848079672021484375	20668279066624,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000852651282912120199180053609375	26388279066624,0	0,00000000000170530256582424039836010721875	41376558133248,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000004263256414560600995900268046875	52776558133248,0	0,000000000000852651282912120199180053609375	82753116266496,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000021316282072803004979501340234375	105546232532736,0	0,0000000000004263256414560600995900268046875	165492465065472,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000106581410364015024897506701171875	211092465065472,0	0,00000000000021316282072803004979501340234375	330984930130944,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000000532907051820075124487533505859375	422184930130944,0	0,000000000000106581410364015024897506701171875	661369860261888,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000002664535259100375622437667529296875	844371720523776,0	0,0000000000000532907051820075124487533505859375	1328743441047744,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000013322676295501878112188337631484375	1688743441047744,0	0,00000000000002664535259100375622437667529296875	2757486882095488,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000006661338147750939056094166688171875	3377486882095488,0	0,000000000000013322676295501878112188337631484375	5514973764190976,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000000033306690738754695280470833440859375	6754947528390976,0	0,000000000000006661338147750939056094166688171875	11029895056781952,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000000016653345369377347640235416672204296875	13519795056781952,0	0,0000000000000033306690738754695280470833440859375	23059790113563904,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000832667268468869732011770833440859375	27039590113563904,0	0,0000000000000016653345369377347640235416672204296875	46079180227127808,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000416333634234434864005885416672204296875	54078380454255616,0	0,000000000000000832667268468869732011770833440859375	92156760908511232,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000000020816681711721743200294270833440859375	108156760908511232,0	0,000000000000000416333634234434864005885416672204296875	184313521817022464,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000000010408340855860871600147135416672204296875	216313521817022464,0	0,00000000000000020816681711721743200294270833440859375	368627043634044928,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000052041704279304356000735672833440859375	432627043634044928,0	0,00000000000000010408340855860871600147135416672204296875	737254087268089856,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000026020852139652178000367836416672204296875	865254087268089856,0	0,000000000000000052041704279304356000735672833440859375	1574508174536179712,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000000001301042606982608900018391820833440859375	1730508174536179712,0	0,000000000000000026020852139652178000367836416672204296875	3149016349072359424,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000000000065052130349130445000919591416672204296875	3474032698144718848,0	0,00000000000000001301042606982608900018391820833440859375	6348065396289437696,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000003252606517456522250045979572833440859375	6948065396289437696,0	0,0000000000000000065052130349130445000919591416672204296875	12696130792578875392,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000000000016263032587282611250022989786416672204296875	13892261585157750784,0	0,000000000000000003252606517456522250045979572833440859375	25384523170315501568,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000000000081315162936413056250011494893820833440859375	27784523170315501568,0	0,0000000000000000016263032587282611250022989786416672204296875	51569046340631003136,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000000406575814682065281250005747446916672204296875	55138092681262006272,0	0,00000000000000000081315162936413056250011494893820833440859375	103076185362524012544,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000000000002032879073410326406250002873723440859375	110276371362524012544,0	0,000000000000000000406575814682065281250005747446916672204296875	206552742725048025088,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000000101643953670516320312500014368617188437631484375	221497376419097625088,0	0,0000000000000000002032879073410326406250002873723440859375	442994752839095250176,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000000050821976835258160156250000718430859375	442994752839095250176,0	0,000000000000000000101643953670516320312500014368617188437631484375	885989505678190500352,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000000000000254109884176290800781250000359215416672204296875	885989505678190500352,0	0,000000000000000000050821976835258160156250000718430859375	1771979011356381000704,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,0000000000000000000127054942088145440390625000017960772833440859375	1771979011356381000704,0	0,0000000000000000000254109884176290800781250000359215416672204296875	3543958022712762001408,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000000000000635274710440727201953125000008980386416672204296875	3543958022712762001408,0	0,0000000000000000000127054942088145440390625000017960772833440859375	7087916045425524002816,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000000000000317637355220363600976562500000449019320833440859375	7087916045425524002816,0	0,00000000000000000000635274710440727201953125000008980386416672204296875	14175832090851048005632,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,00000000000000000000158818677611181800488281250000022450965416672204296875	14175832090851048005632,0	0,00000000000000000000317637355220363600976562500000449019320833440859375	283516641817020960011264,0	109,5	1874,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0,000000000000000000000794093388055900244140625000001122548270833440859375	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												



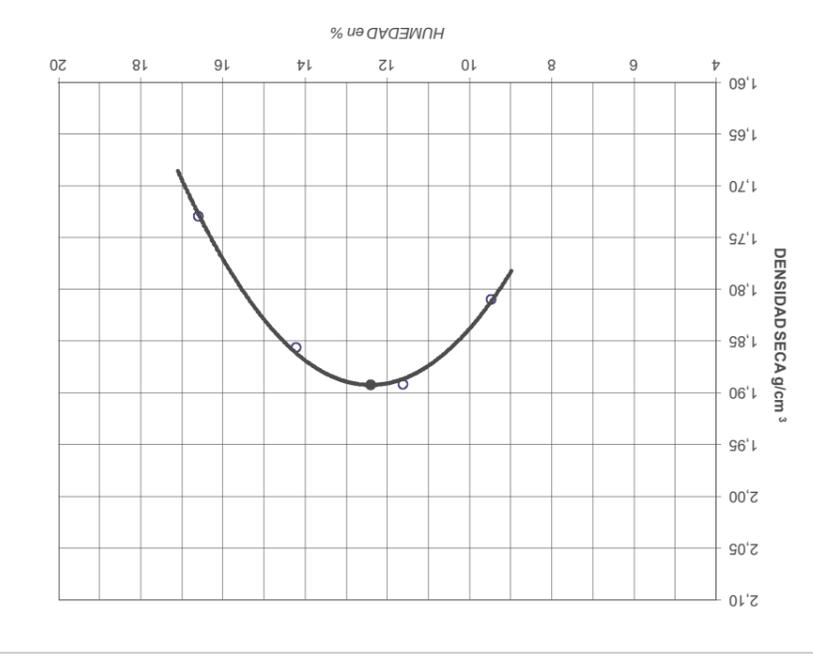
Punto nº	DENSIDAD				HUMEDAD			
	% agua añadida	Molde+suelo+agua	Molde	Suelo+agua	Suelo	Tara	Tara+suelo	Tara+suelo+agua
A	2,00	10024,50	5427,50	4597,00	1645,00	532,00	2177,00	2333,00
B	4,00	10327,00	5427,50	4899,50	1385,00	543,00	1928,00	2089,00
C	6,00	10347,00	5427,50	4919,50	1314,50	545,00	1859,50	2056,11
D	8,00	10105,00	5427,50	4011,64	1302,00	538,00	1840,00	216,11
E								
F								

**CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO**

Volumen del Molde (cm³): 2320  
 Peso de la Maza (g): 4540  
 Altura de caída (cm): 45,7  
 Número de capas: 5  
 Número de golpes: 60

**RESULTADOS COMPACTACION**

Dens máxima (t/m³): 1,89  
 Humedad óptima (%): 12,41



Eduardo Baquer Barrientos  
 Director Técnico  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019

José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

Punto nº	DENSIDAD				HUMEDAD			
	% agua añadida	Molde+suelo+agua	Molde	Suelo+agua	Suelo	Tara	Tara+suelo	Tara+suelo+agua
A	2,00	10024,50	5427,50	4597,00	1645,00	532,00	2177,00	2333,00
B	4,00	10327,00	5427,50	4899,50	1385,00	543,00	1928,00	2089,00
C	6,00	10347,00	5427,50	4919,50	1314,50	545,00	1859,50	2056,11
D	8,00	10105,00	5427,50	4011,64	1302,00	538,00	1840,00	216,11
E								
F								

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

COHESIÓN en kPa: 32,26  
 ANGULO ROZAMIENTO INTERNO en °: 38,89

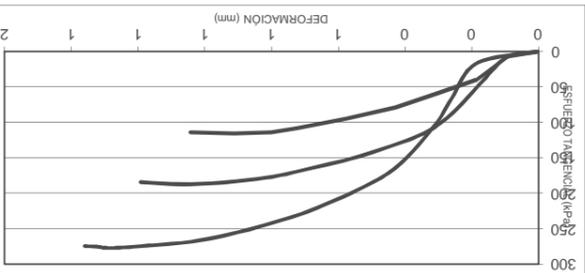
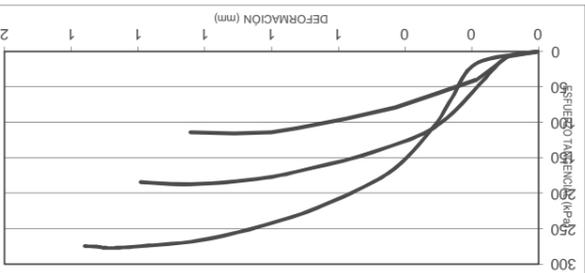
**RESULTADOS FASE CORTE**

Sh (mm)	t <sub>max</sub> (KPa)	Sh (mm)	t <sub>max</sub> (KPa)
1,04	115,94	1,19	187,49
1,36	277,25	1,36	277,25

Eduardo Baquer Barrientos  
 Director Técnico  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019

José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.



	<b>Ensayo</b> GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	Norma UNE 10310/195	Acta nº 1911434	Copia 1. Igeosuma Nº Copia
	<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	Norma UNE 103103/94 UNE 103104/93	Acta nº 1911435	Copia 1. Igeosuma Nº Copia

<b>Referencia Muestra... 193168</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)	<b>Referencia Muestra... 193168</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)
---	---

<b>CÁLCULOS PREVIOS</b> A Muestra total seca al aire 2336,7 B Gruesos lavados 96,1 C = (A - B) * f Fracción fina seca 2240,2 D = (B + C) Muestra total seca 2336,3 E Fracción fina ensayada seca al aire 86,1 F = E * f Fracción fina ensayada seca 26,0 C/F	<b>HUMEDAD HIGROSCÓPICA</b> f = (100/(100+h)) F/correc. hum. higroscópica 1,0 h = (a/s) * 100 Humedad higroscópica % 0,0 a = (t+s+a) - (t+s) Agua 0,0 t+s+a Tara+suelo+agua 134,2 t+s Tara 134,2 s Suelo 30,0 104,2
---	--

<b>CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO</b> Tamiz U.N.E. ASTM g en parte g en muestra total Retenido entre tamices Pasa en muestra total % 125 0,08 200 4,1 23,9 622,3 1510,9 65 25 2,5 40 4,1 23,9 622,3 1510,9 65 40 1,5 10 34,9 2240,2 2133,3 91 50 2 10 34,9 2240,2 2133,3 91 63 2,5 4 24,9 2275,1 97 80 3 3/8 7,2 2300,0 98 100 4 1/2 10,8 2307,2 99 20 3/4 2318,0 99 2336,3 2336,3 100
---

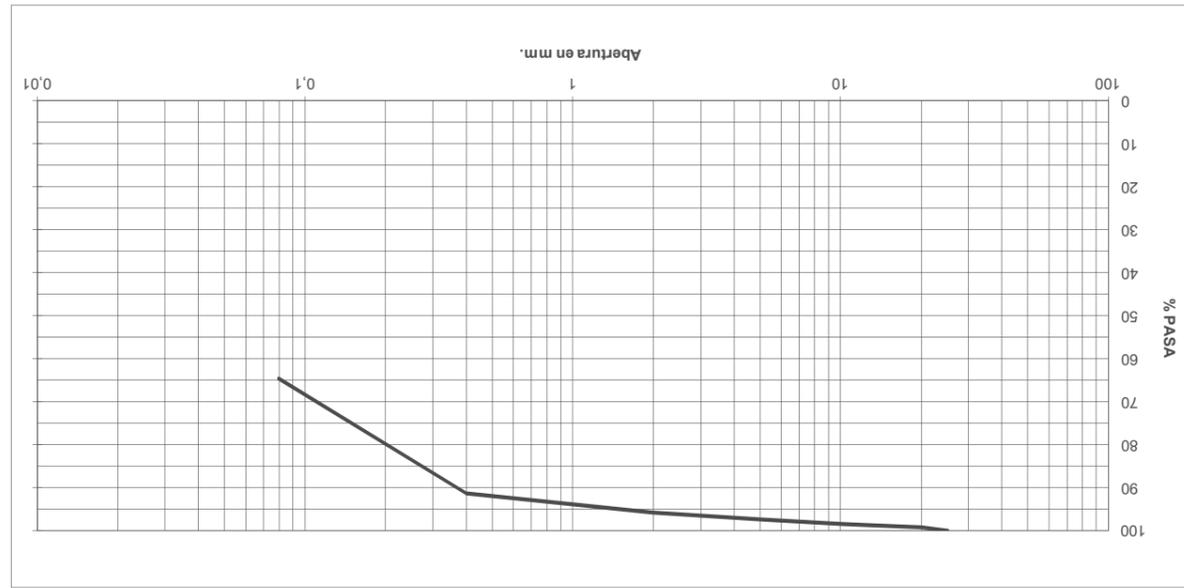
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b> LÍMITE LÍQUIDO = N. P.* LÍMITE PLÁSTICO = N. P.* ÍNDICE PLÁSTICIDAD = N. P.*
--

\*N.P. = NO PRESENTA LÍMITE

Fdo.  José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

VºBº  Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico

Caspe, a 10 de febrero de 2019  
 ©TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
 Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.



Fdo.  José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

VºBº  Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico

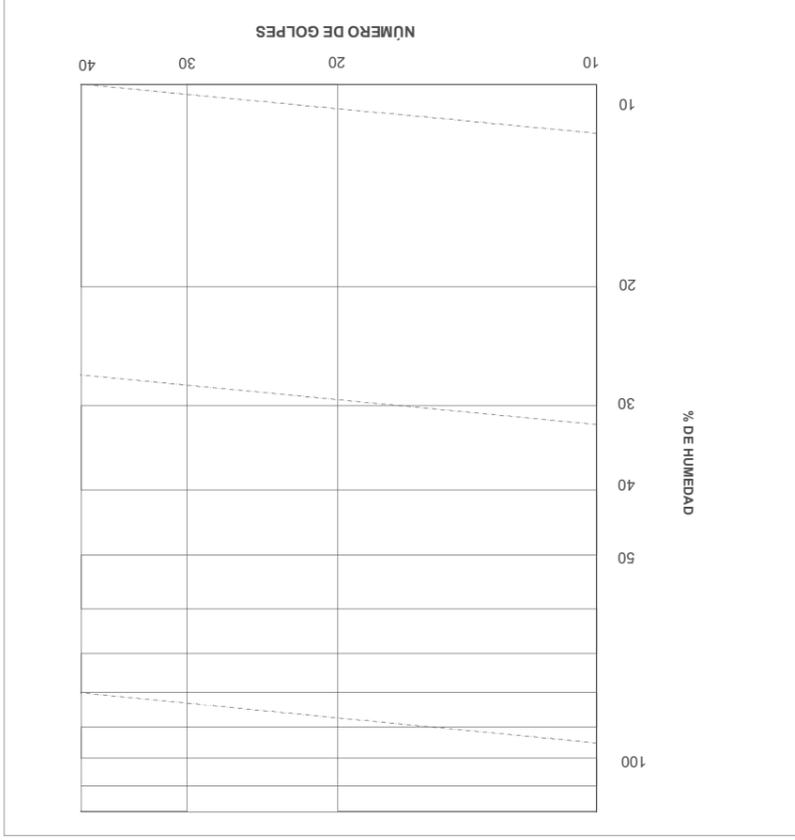
Caspe, a 10 de febrero de 2019  
 ©TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
 Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.



	<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	Norma UNE 103103/94 UNE 103104/93	Acta nº 1911438	Copia 1. Igeosuma
	<b>Ensayo</b> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	Norma UNE 103201/96	Acta nº 1911439	Copia 1. Igeosuma

<b>Referencia Muestra... 193169</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	<b>Referencia Muestra... 193169</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)
--	--

CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO		CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	-	Referencia tara	Referencia tara
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Referencia tara	Agua	Agua
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	Tara + suelo	Tara + suelo + agua
$t+s$	Tara + suelo	Tara	Tara + suelo
$t$	Tara	$t$	Tara
$s=(t+s)-t$	Tara	$s=(t+s)-t$	Suelo
$w=100 \cdot (a/s)$	% Humedad	$w=100 \cdot (a/s)$	% Humedad



Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019

José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

	<b>Ensayo</b> SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	Norma UNE 103201/96	Acta nº 1911439	Copia 1. Igeosuma
	<b>Ensayo</b> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	Norma UNE 103201/96	Acta nº 1911439	Copia 1. Igeosuma

<b>Referencia Muestra... 193169</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	<b>Referencia Muestra... 193169</b> PROCEDENCIA CALICATA TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)
--	--

DATOS ENSAYO		
Referencia tara	-	
% suelo pasa tamiz 2 UNE	99	
Muestra ensayada (g)	9,0660	
Tara crisol (g)	25,3111	
Tara crisol + Peso residuo (g)	25,3124	
Corrección de cenizas Papel filtro (g)	0,0013	
Residuo calcinado en mufla (g)	250,00	
Volumen de solución analizada (cm³)	500,00	

**RESULTADO ENSAYO**  
 $SO_3 (\%) = > 0,1$   
 $SO_3 = \frac{[(P \cdot 0,34299) / ((V/V) \cdot g)] \cdot 100}{\% \text{pasa} / 100}$

Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019

José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

**Terra LABS Control**  
 Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS  
 Norma UNE 10310/95  
 Acta nº 1911440  
 Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193170  
 PROCEDENCIA CALICATA  
 TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA  
 FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019

**CÁLCULOS PREVIOS**

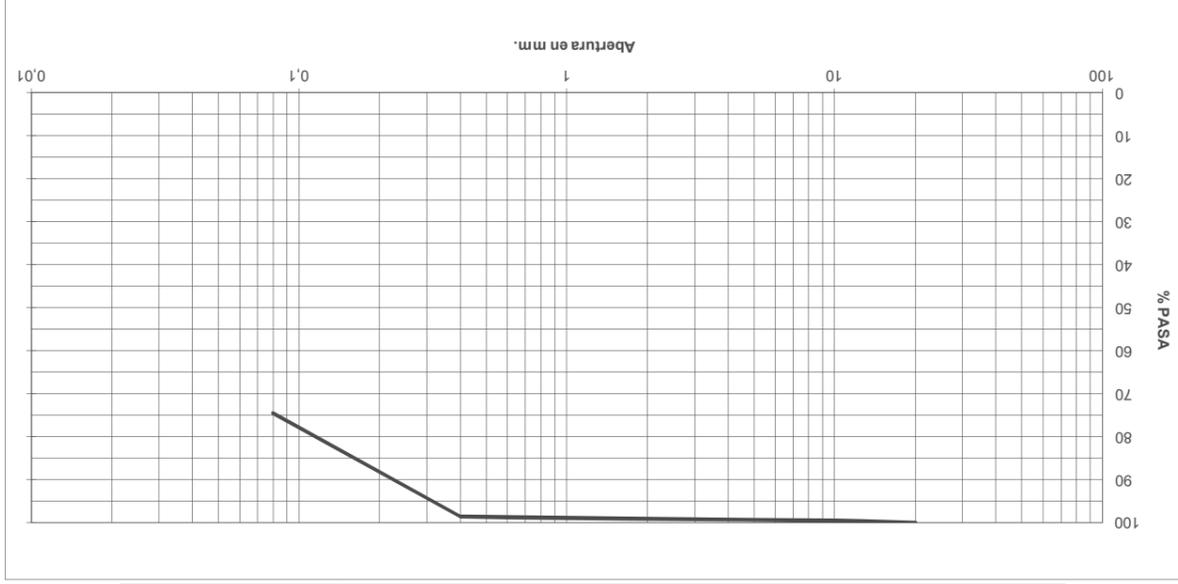
A	Muestra total seca al aire	1565,2
B	Gruesos lavados	13,5
C = (A - B) * f	Fracción fina seca	1546,0
D = (B + C)	Muestra total seca	1559,5
E	Fracción fina ensayada seca al aire	86,2
F = E * f	Fracción fina ensayada seca	85,9
C/F		18,0

**HUMEDAD HIGROSCÓPICA**

1,0	F/correc. hum. higroscópica	$f = (100 / (100 + h))$
0,4	Humedad higroscópica %	$h = (a/s) * 100$
0,3	Agua	$a = (t+s+a) - (t+s)$
111,2	Tara+suelo+agua	t+s+a
110,9	Tara+suelo	t+s
28,7	Tara	t
82,2	Suelo	s

**CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO**

Tamiz	ASTM	g en parte	g en muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4				
80	3				
63	2,5				
50	2				
40	1,5				
25	1				
20	3/4				
12,5	1/2				
10	3/8				
5	4				
2	10				
0,4	40				
0,08	200				
		20,9	375,5		
		0,4	7,9		
			4,9		
			1,9		
			2,4		
			1552,8		
			1555,3		
			1559,5		
			1546,0		
			1538,1		
			1162,6		



VºBº  
 Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico  
 José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019  
 @TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
 Laboratorio incho en el LECCCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

**Terra LABS Control**  
 Ensayo DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 Norma UNE 10310/94 UNE 103104/93  
 Acta nº 1911441  
 Copia 1. Igeosuma

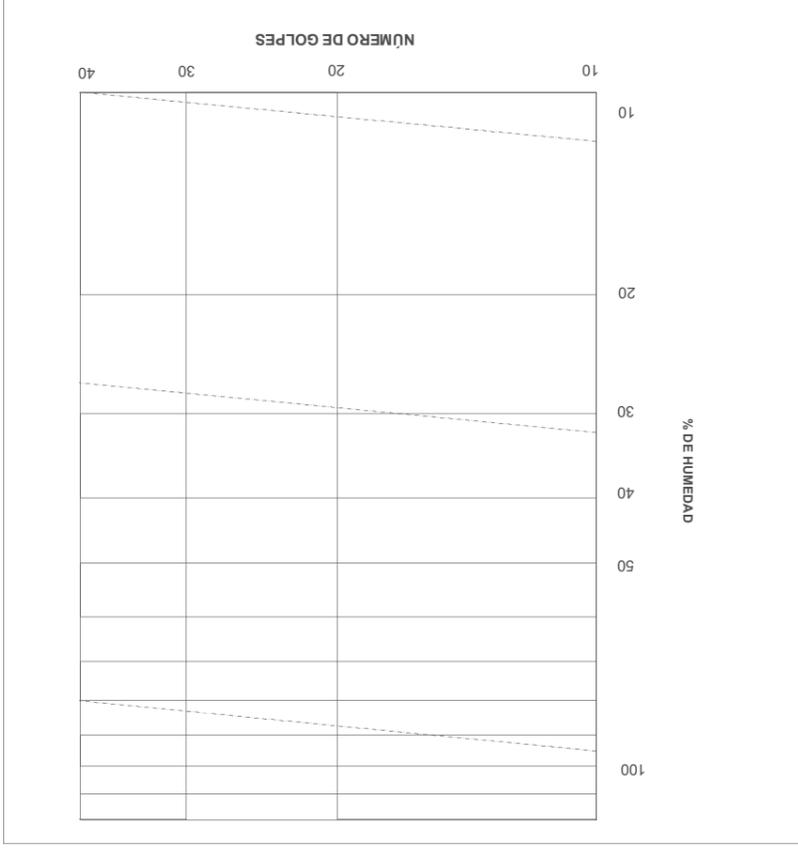
Referencia Muestra... 193170  
 PROCEDENCIA CALICATA  
 TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA  
 FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019

**CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO**

-	Nº de golpes	
-	Referencia tara	
-	Agua	
t+s+a	Tara + suelo + agua	
t+s	Tara + suelo	
t	Tara	
s=(t+s)-t	Suelo	
w=100*(a/s)	% Humedad	

**CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO**

-	Referencia tara	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	
t+s+a	Tara + suelo + agua	
t+s	Tara + suelo	
t	Tara	
s=(t+s)-t	Suelo	
w=100*(a/s)	% Humedad	



**RESULTADOS DEL ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO = N. P.*
LÍMITE PLÁSTICO = N. P.*
ÍNDICE PLÁSTICIDAD = N. P.*

\*N.P. = NO PRESENTA LÍMITE

VºBº  
 Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico  
 José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019  
 @TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
 Laboratorio incho en el LECCCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

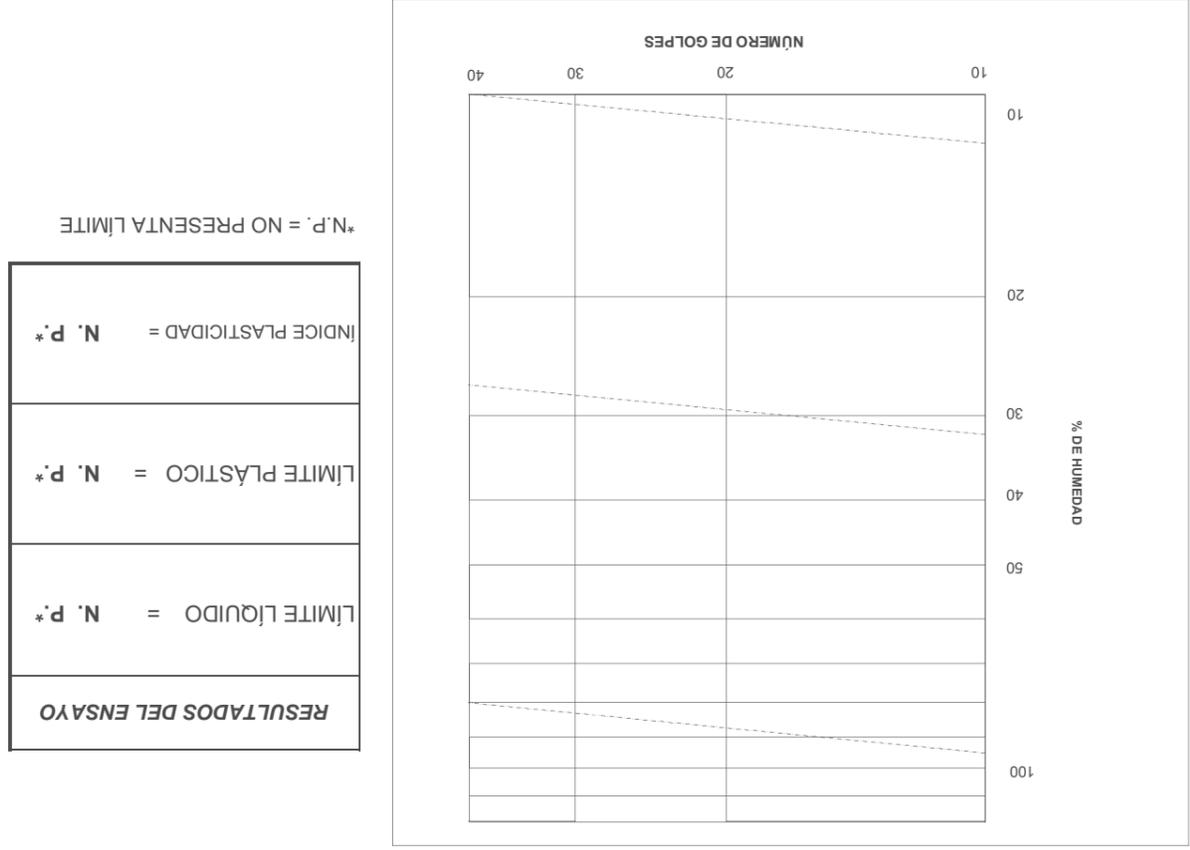
			
Ensayo	GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	Ensayo	LÍMITES DE ATTERBERG
Norma	UNE 10310/95	Norma	UNE 10310/94 UNE 10310/93
Acta nº	1911442	Acta nº	1911443
Copia 1. Igeosuma		Copia 1. Igeosuma	

Referencia Muestra... 193171	Referencia Muestra... 193171
PROCEDENCIA CALICATA	PROCEDENCIA CALICATA
TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA	TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA
FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019
DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)
<b>CÁLCULO PREVIOS</b> A Muestra total seca al aire 1460,0 B Gruesos lavados 0,4 C = (A - B) * f 1456,9 D = (B + C) 1457,3 E Fracción fina ensayada seca al aire 79,6 F = E * f 79,5 C/F 18,3	
<b>CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO</b> f = (100/(100+h)) h = (a/s) * 100 Humedad higroscópica % 1,0 F/correc. hum. higroscópica 1,0	

<b>CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO</b> - Nº de golpes - Referencia tara a = (t+s+a) - (t+s) Tara + suelo + agua Tara + suelo Tara s F/correc. hum. higroscópica 1,0		<b>CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO</b> - Referencia tara a = (t+s+a) - (t+s) Tara + suelo + agua Tara + suelo Tara s F/correc. hum. higroscópica 1,0	
<b>CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO</b> w = 100 * (a/s) % Humedad Tara + suelo + agua Tara + suelo Tara s		<b>CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO</b> w = 100 * (a/s) % Humedad Tara + suelo + agua Tara + suelo Tara s	

RESULTADOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO = N. P.*	LÍMITE PLÁSTICO = N. P.*	ÍNDICE PLASTICIDAD = N. P.*
-----------------------	-------------------------	--------------------------	-----------------------------

\*N.P. = NO PRESENTA LÍMITE



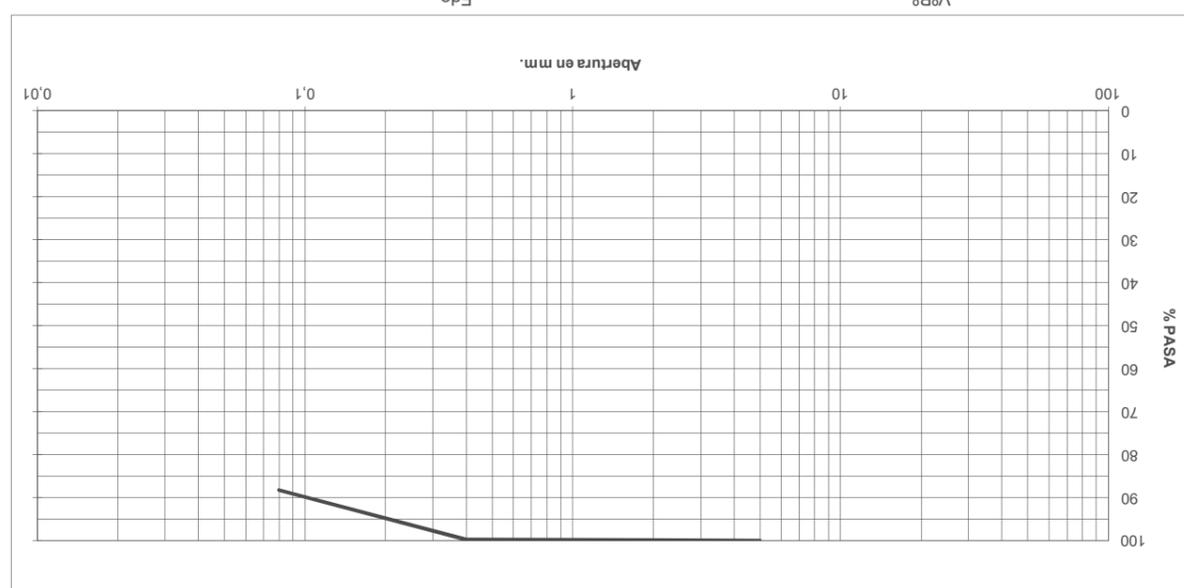
VºBº   
Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico  
Caspe, a 10 de febrero de 2019

Fdo.   
José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo  
Laboratorio Incrito en el LECCCE con referencia ARA-L-15  
©TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

			
Ensayo	GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	Ensayo	LÍMITES DE ATTERBERG
Norma	UNE 10310/95	Norma	UNE 10310/94 UNE 10310/93
Acta nº	1911442	Acta nº	1911443
Copia 1. Igeosuma		Copia 1. Igeosuma	

Referencia Muestra... 193171	Referencia Muestra... 193171
PROCEDENCIA CALICATA	PROCEDENCIA CALICATA
TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA	TIPO DE MUESTRA M. ALTERADA
FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019
DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)
<b>CÁLCULO PREVIOS</b> A Muestra total seca al aire 1460,0 B Gruesos lavados 0,4 C = (A - B) * f 1456,9 D = (B + C) 1457,3 E Fracción fina ensayada seca al aire 79,6 F = E * f 79,5 C/F 18,3	
<b>CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO</b> f = (100/(100+h)) h = (a/s) * 100 Humedad higroscópica % 1,0 F/correc. hum. higroscópica 1,0	

<b>CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO</b> - Nº de golpes - Referencia tara a = (t+s+a) - (t+s) Tara + suelo + agua Tara + suelo Tara s F/correc. hum. higroscópica 1,0		<b>CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO</b> - Referencia tara a = (t+s+a) - (t+s) Tara + suelo + agua Tara + suelo Tara s F/correc. hum. higroscópica 1,0	
<b>CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO</b> w = 100 * (a/s) % Humedad Tara + suelo + agua Tara + suelo Tara s		<b>CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO</b> w = 100 * (a/s) % Humedad Tara + suelo + agua Tara + suelo Tara s	



VºBº   
Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico  
Caspe, a 10 de febrero de 2019

Fdo.   
José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo  
Laboratorio Incrito en el LECCCE con referencia ARA-L-15  
©TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

	<b>Ensayo</b> SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Norma UNE 103201/96 N° Copia	Acta nº 1911444 Copia 1. Igeosuma
	<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LA CONTENIDO EN FINOS Partículas tamaño inferior t 0,08 UNE Norma Acta nº 1911445 Copia 1. Igeosuma	Referencia Muestra... 193171 Referencia Informe..... EXP 19717

PROCEDENCIA CALICATA REF. CLIENTE CAR C13 (1,30 m) PETICIONARIO IGEOSUMA DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADIO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)	Referencia Muestra... 193172 Referencia Informe..... EXP 19717
---	---

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	VP 13
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100
g	Muestra ensayada (g)	9,0840
T	Tara crisol (g)	25,4133
T+R	Tara crisol + Peso residuo (g)	25,4136
Rc	Corrección de cenizas Papel filtro (g)	
Pp=(T+R)-T-Rc	Residuo calcinado en mufla (g)	0,0003
v	Volumen de solución analizada (cm <sup>3</sup> )	250,00
V	Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm <sup>3</sup> )	500,00

RESULTADO ENSAYO
$SO_3 (\%) = \frac{\% SO_3 = [(Pp \cdot 0,34299) / ((v \cdot V)^2 \cdot g)] \cdot 100}{[\% \text{pasa} / 100]}$
<b>&gt; 0,1</b>

RESULTADO ENSAYO
Contenido en finos $Part \text{ Pasan } t0,08 \text{ UNE } (\%) = 98,9$

DATOS ENSAYO	
Masa de la muestra de ensayo secada, en g	92,17
Masa de las partículas retenidas t0,08 UNE, en g	1,01

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

Caspe, a 10 de febrero de 2019

Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico



VºBº

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo



Fdo.

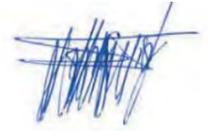
Caspe, a 10 de febrero de 2019

Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico



VºBº

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo



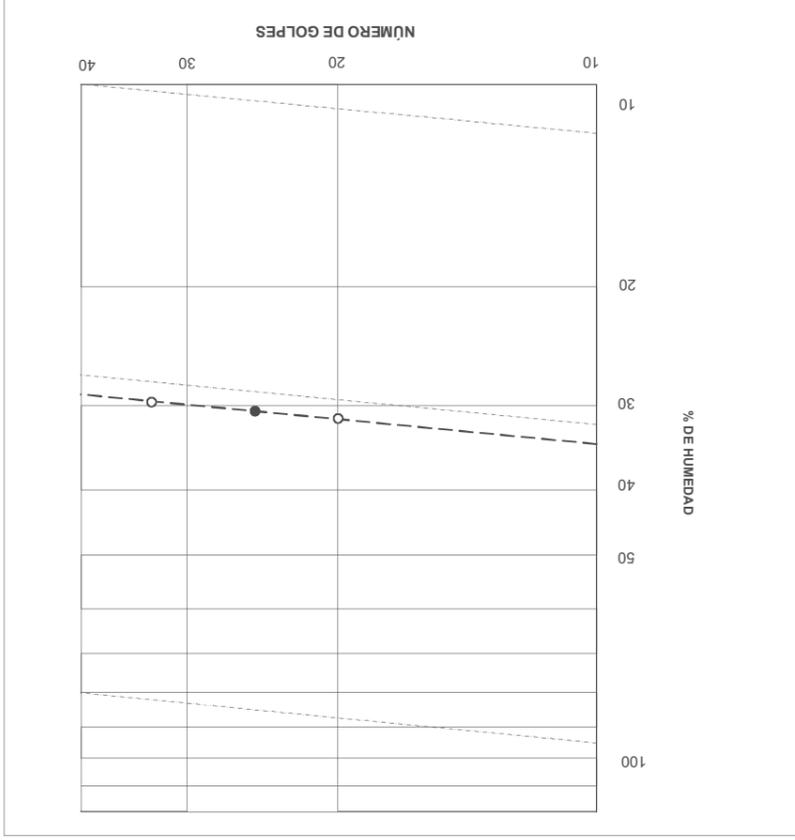
Fdo.

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

	<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	Acta nº 1911446	Copia 1. Igeosuma
	Norma UNE 103103/94 UNE 103104/93	Nº Copia 1911447	Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193172				Referencia Muestra... 193172			
PROCEDENCIA	CALICATA	PROCEDENCIA	CALICATA	PROCEDENCIA	CALICATA	PROCEDENCIA	CALICATA
TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA	TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA	TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA	TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA
FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019
DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO				CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO			
-	Nº de golpes	20	33	-	Referencia tara	L 1	0,64
-	Referencia tara	RE 16	RE 14	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua		23,03
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,81	2,64	t+s+a	Tara + suelo + agua		22,39
t+s+a	Tara + suelo + agua	24,56	24,06	t+s	Tara + suelo		18,31
t+s	Tara + suelo	21,75	21,42	t	Tara		4,08
t	Tara	12,78	12,51	s=(t+s)-t	Suelo		15,7
s=(t+s)-t	Suelo	8,97	8,91	w=100*(a/s)	% Humedad		29,6



<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>	LÍMITE LÍQUIDO = 30,6	LÍMITE PLÁSTICO = 15,7	ÍNDICE PLÁSTICIDAD = 14,9
------------------------------	-----------------------	------------------------	---------------------------

VºBo  
Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico

Fdo.  
José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo

Caspe, a 10 de febrero de 2019

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
Laboratorio incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15

	<b>Ensayo</b> SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	Acta nº 1911447	Copia 1. Igeosuma
	Norma UNE 103201/96	Nº Copia 1911447	Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193172				Referencia Informe... EXP 19717			
PROCEDENCIA	CALICATA	PROCEDENCIA	CALICATA	PROCEDENCIA	CALICATA	PROCEDENCIA	CALICATA
TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA	TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA	TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA	TIPO DE MUESTRA	M. ALTERADA
FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019
DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	VP 12
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100
g	Muestra ensayada (g)	8,5540
T	Tara crisol (g)	25,7377
T+R	Tara crisol + Peso residuo (g)	25,7384
Rc	Corrección de cenizas Papel filtro (g)	0,0007
Pp=(T+R)-T-Rc	Residuo calcinado en mufla (g)	250,00
v	Volumen de solución analizada (cm³)	500,00
V	Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm³)	500,00

$\% SO_3 = \frac{[(Pp \cdot 0,34299) / ((v/V) \cdot g)] \cdot 100}{\% \text{pasa} / 100} = < 0,1$	<b>RESULTADO ENSAYO</b>
---	-------------------------

VºBo  
Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico

Fdo.  
José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo

Caspe, a 10 de febrero de 2019

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
Laboratorio incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15

	<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	Norma UNE 103103/94 UNE 103104/93	Acta nº 1911349	Copia 1. Igeosuma
	<b>Ensayo</b> ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS DE SUELOS	Norma UNE 103400/93	Acta nº 1911350	Copia 1. Igeosuma

<b>Referencia Muestra... 193173</b> PROCEDENCIA SONDEO TIPO DE MUESTRA T. PLASTIFICADO FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	<b>Referencia Muestra... 193173</b> PROCEDENCIA SONDEO TIPO DE MUESTRA S-1 (BP2) TP (6,60 - 7,00 m) FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019 DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)
--	---

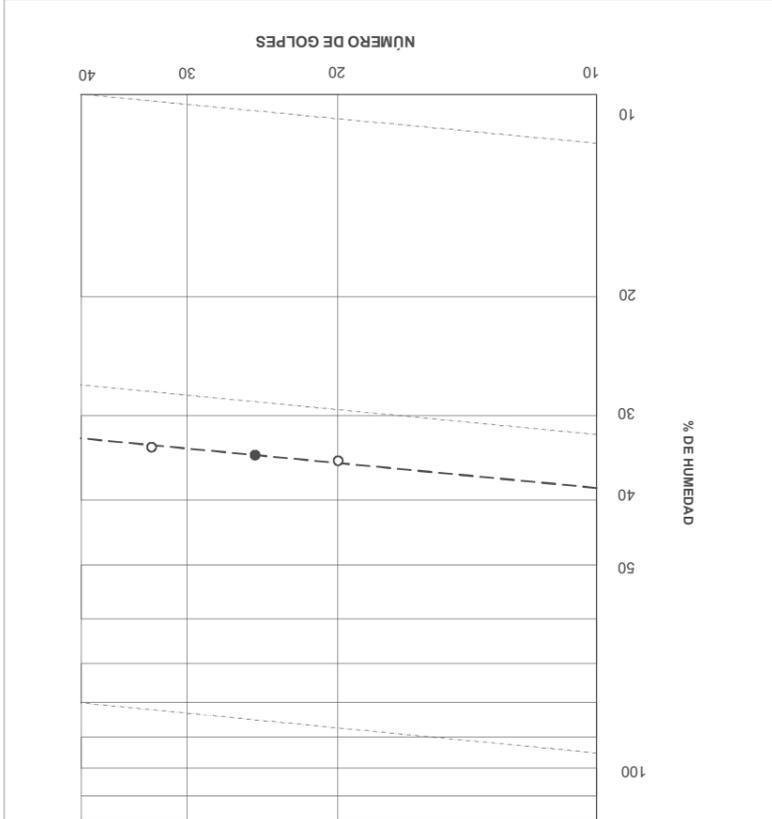
CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO		CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																							
Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173																																																																																																																																						
PROCEDECIA SONDEO	PROCEDECIA SONDEO	PROCEDECIA SONDEO	PROCEDECIA SONDEO																																																																																																																																						
TIPO DE MUESTRA T. PLASTIFICADO	TIPO DE MUESTRA S-1 (BP2) TP (6,60 - 7,00 m)	TIPO DE MUESTRA T. PLASTIFICADO	TIPO DE MUESTRA S-1 (BP2) TP (6,60 - 7,00 m)																																																																																																																																						
FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019	FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019																																																																																																																																						
DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)																																																																																																																																						
<table border="1"> <tr> <td>Referencia Muestra... 193173</td> </tr> <tr> <td>Nº de golpes</td> <td>20</td> <td>33</td> <td>20</td> <td>33</td> <td>20</td> <td>33</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Referencia tara</td> <td>L 30</td> <td>L 18</td> <td>L 30</td> <td>L 18</td> <td>L 30</td> <td>L 18</td> <td>L 30</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>6,24</td> <td>5,63</td> <td>6,24</td> <td>5,63</td> <td>6,24</td> <td>5,63</td> <td>6,24</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo + agua</td> <td>59,90</td> <td>51,66</td> <td>59,90</td> <td>51,66</td> <td>59,90</td> <td>51,66</td> <td>59,90</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo</td> <td>46,03</td> <td>46,03</td> <td>46,03</td> <td>46,03</td> <td>46,03</td> <td>46,03</td> <td>46,03</td> </tr> <tr> <td>Tara</td> <td>29,19</td> <td>29,19</td> <td>29,19</td> <td>29,19</td> <td>29,19</td> <td>29,19</td> <td>29,19</td> </tr> <tr> <td>Suelo</td> <td>17,83</td> <td>16,84</td> <td>17,83</td> <td>16,84</td> <td>17,83</td> <td>16,84</td> <td>17,83</td> </tr> <tr> <td>% Humedad</td> <td>35,0</td> <td>33,4</td> <td>35,0</td> <td>33,4</td> <td>35,0</td> <td>33,4</td> <td>35,0</td> </tr> </table>	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Nº de golpes	20	33	20	33	20	33	20	Referencia tara	L 30	L 18	L 30	L 18	L 30	L 18	L 30	Agua	6,24	5,63	6,24	5,63	6,24	5,63	6,24	Tara + suelo + agua	59,90	51,66	59,90	51,66	59,90	51,66	59,90	Tara + suelo	46,03	46,03	46,03	46,03	46,03	46,03	46,03	Tara	29,19	29,19	29,19	29,19	29,19	29,19	29,19	Suelo	17,83	16,84	17,83	16,84	17,83	16,84	17,83	% Humedad	35,0	33,4	35,0	33,4	35,0	33,4	35,0	<table border="1"> <tr> <td>Referencia Muestra... 193173</td> </tr> <tr> <td>Referencia tara</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>a=(t+s+a)-(t+s)</td> <td>a=(t+s+a)-(t+s)</td> <td>a=(t+s+a)-(t+s)</td> <td>a=(t+s+a)-(t+s)</td> <td>a=(t+s+a)-(t+s)</td> <td>a=(t+s+a)-(t+s)</td> <td>a=(t+s+a)-(t+s)</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo + agua</td> <td>t+s+a</td> <td>t+s+a</td> <td>t+s+a</td> <td>t+s+a</td> <td>t+s+a</td> <td>t+s+a</td> <td>t+s+a</td> </tr> <tr> <td>Tara + suelo</td> <td>t+s</td> <td>t+s</td> <td>t+s</td> <td>t+s</td> <td>t+s</td> <td>t+s</td> <td>t+s</td> </tr> <tr> <td>Tara</td> <td>t</td> <td>t</td> <td>t</td> <td>t</td> <td>t</td> <td>t</td> <td>t</td> </tr> <tr> <td>Suelo</td> <td>s=(t+s)-t</td> <td>s=(t+s)-t</td> <td>s=(t+s)-t</td> <td>s=(t+s)-t</td> <td>s=(t+s)-t</td> <td>s=(t+s)-t</td> <td>s=(t+s)-t</td> </tr> <tr> <td>% Humedad</td> <td>w=100*(a/s)</td> <td>w=100*(a/s)</td> <td>w=100*(a/s)</td> <td>w=100*(a/s)</td> <td>w=100*(a/s)</td> <td>w=100*(a/s)</td> <td>w=100*(a/s)</td> </tr> </table>	Referencia Muestra... 193173	Referencia tara	-	-	-	-	-	-	-	Agua	a=(t+s+a)-(t+s)	Tara + suelo + agua	t+s+a	Tara + suelo	t+s	Tara	t	t	t	t	t	t	t	Suelo	s=(t+s)-t	% Humedad	w=100*(a/s)																																					
Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173																																																																																																																																		
Nº de golpes	20	33	20	33	20	33	20																																																																																																																																		
Referencia tara	L 30	L 18	L 30	L 18	L 30	L 18	L 30																																																																																																																																		
Agua	6,24	5,63	6,24	5,63	6,24	5,63	6,24																																																																																																																																		
Tara + suelo + agua	59,90	51,66	59,90	51,66	59,90	51,66	59,90																																																																																																																																		
Tara + suelo	46,03	46,03	46,03	46,03	46,03	46,03	46,03																																																																																																																																		
Tara	29,19	29,19	29,19	29,19	29,19	29,19	29,19																																																																																																																																		
Suelo	17,83	16,84	17,83	16,84	17,83	16,84	17,83																																																																																																																																		
% Humedad	35,0	33,4	35,0	33,4	35,0	33,4	35,0																																																																																																																																		
Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173	Referencia Muestra... 193173																																																																																																																																		
Referencia tara	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																		
Agua	a=(t+s+a)-(t+s)	a=(t+s+a)-(t+s)	a=(t+s+a)-(t+s)	a=(t+s+a)-(t+s)	a=(t+s+a)-(t+s)	a=(t+s+a)-(t+s)	a=(t+s+a)-(t+s)																																																																																																																																		
Tara + suelo + agua	t+s+a	t+s+a	t+s+a	t+s+a	t+s+a	t+s+a	t+s+a																																																																																																																																		
Tara + suelo	t+s	t+s	t+s	t+s	t+s	t+s	t+s																																																																																																																																		
Tara	t	t	t	t	t	t	t																																																																																																																																		
Suelo	s=(t+s)-t	s=(t+s)-t	s=(t+s)-t	s=(t+s)-t	s=(t+s)-t	s=(t+s)-t	s=(t+s)-t																																																																																																																																		
% Humedad	w=100*(a/s)	w=100*(a/s)	w=100*(a/s)	w=100*(a/s)	w=100*(a/s)	w=100*(a/s)	w=100*(a/s)																																																																																																																																		

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

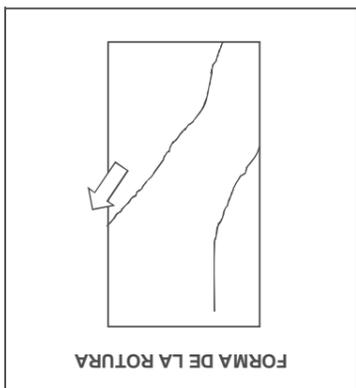
LÍMITE LÍQUIDO = 34,3

LÍMITE PLÁSTICO = #DIV/0!

ÍNDICE PLÁSTICIDAD = #DIV/0!



**FORMA DE LA ROTURA**

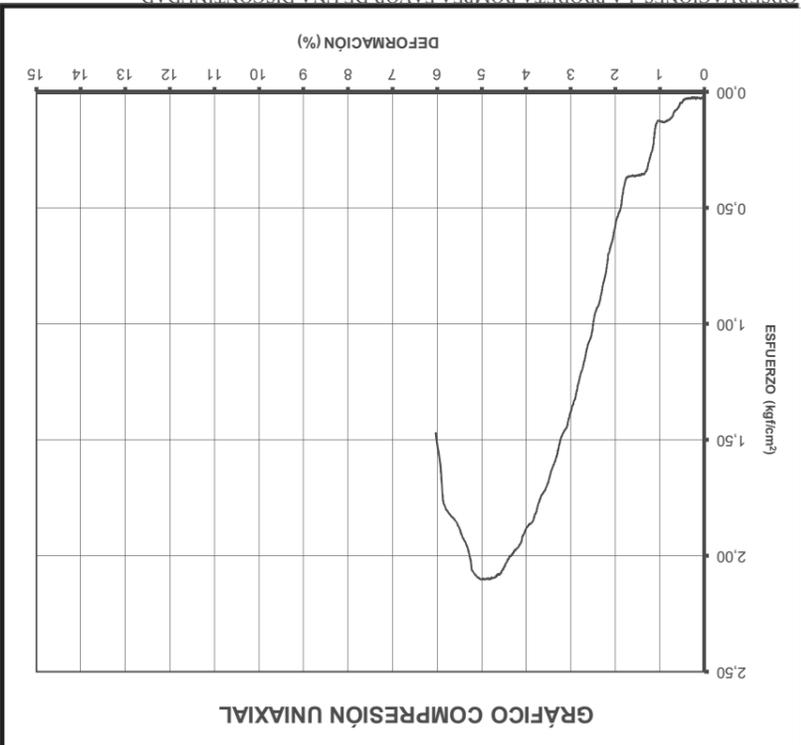


**RESULTADOS**

R (kgf/cm²) = 2,10

Deform. (%) = 4,95

**GRÁFICO COMPRESIÓN UNIAXIAL**



**OBSERVACIONES. LA PROBETA KOMPEA FAVOR DE UNA DISCONTINUIDAD**

Responsable ensayo José A. Ballesteros Estela	Director Técnico Eduardo Baquer Barrendos
Fdo.	VºBº

Caspe, a 10 de febrero de 2019

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio. Laboratorio incripto en el LECCE con referencia ARA-L-15

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

Ensayo	HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO
Norma	UNE 103300/93
Acta nº	1911348
Nº Copia	Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193173	Referencia Informe..... EXP 19717
PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	T. PLASTIFICADO
FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019
REFERENCIA MUESTRA	S-1 (BP2) TP (6,60 - 7,00 m)
REFERENCIAL CLIENTE	IGEOSUMA
PETICIONARIO	EG MODERNIZACION DE REGADIO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)
DEN. OBRA	

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (g) =	219,72
TARA + SUELO (g) =	191,28
TARA (g) =	29,20

RESULTADO DEL ENSAYO	HUMEDAD NATURAL (%)	17,5
----------------------	---------------------	------

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

VºBº  
Eduardo Baquer Barriendos  
Director Técnico

VºBº  
José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

Ensayo	GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO
Norma	UNE 103101/95
Acta nº	1911352
Nº Copia	Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193174	Referencia Informe..... EXP 19717	
PROCEDENCIA	SONDEO	
TIPO DE MUESTRA	T. PLASTIFICADO	
FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019	
CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	1571,5
B	Gruesos lavados	23,2
C = (A - B) * f	Fración fina seca	1547,9
D = (B + C)	Muestra total seca	1571,0
E	Fración fina ensayada seca al aire	74,3
F = E * f	Fración fina ensayada seca	74,2
C/F		20,9
HUMEDAD HIGROSCÓPICA		
f	F/correc. hum. higroscópica	1,0
h = (a/s) * 100	Humedad higroscópica %	0,0
a = (t+s+a) - (t+s)	Agua	0,0
t+s+a	Tara+suelo+agua	104,3
t+s	Tara+suelo	104,3
t	Tara	37,0
s	Suelo	67,4

CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO					
Tamiz	U.N.E.	ASTM	Retenido entre tamices	Gramos	%
125	5	5			
200	6,5	6,5			
40	0,5	0,5			
10	2	2			
4	5	5			
3/8	10	10			
1/2	20	20			
3/4	25	25			
1	40	40			
2	50	50			
2,5	63	63			
3	80	80			
4	100	100			
5	125	125			
10	200	200			
15	300	300			
20	400	400			
25	500	500			
30	600	600			
35	700	700			
40	800	800			
45	900	900			
50	1000	1000			
60	1200	1200			
75	1500	1500			
100	2000	2000			
150	3000	3000			
200	4000	4000			
250	5000	5000			
300	6000	6000			
350	7000	7000			
400	8000	8000			
450	9000	9000			
500	10000	10000			
600	12000	12000			
750	15000	15000			
1000	20000	20000			
1500	30000	30000			
2000	40000	40000			
2500	50000	50000			
3000	60000	60000			
3500	70000	70000			
4000	80000	80000			
4500	90000	90000			
5000	100000	100000			
6000	120000	120000			
7500	150000	150000			
10000	200000	200000			
15000	300000	300000			
20000	400000	400000			
25000	500000	500000			
30000	600000	600000			
35000	700000	700000			
40000	800000	800000			
45000	900000	900000			
50000	1000000	1000000			
60000	1200000	1200000			
75000	1500000	1500000			
100000	2000000	2000000			
150000	3000000	3000000			
200000	4000000	4000000			
250000	5000000	5000000			
300000	6000000	6000000			
350000	7000000	7000000			
400000	8000000	8000000			
450000	9000000	9000000			
500000	10000000	10000000			
600000	12000000	12000000			
750000	15000000	15000000			
1000000	20000000	20000000			
1500000	30000000	30000000			
2000000	40000000	40000000			
2500000	50000000	50000000			
3000000	60000000	60000000			
3500000	70000000	70000000			
4000000	80000000	80000000			
4500000	90000000	90000000			
5000000	100000000	100000000			
6000000	120000000	120000000			
7500000	150000000	150000000			
10000000	200000000	200000000			
15000000	300000000	300000000			
20000000	400000000	400000000			
25000000	500000000	500000000			
30000000	600000000	600000000			
35000000	700000000	700000000			
40000000	800000000	800000000			
45000000	900000000	900000000			
50000000	1000000000	1000000000			
60000000	1200000000	1200000000			
75000000	1500000000	1500000000			
100000000	2000000000	2000000000			
150000000	3000000000	3000000000			
200000000	4000000000	4000000000			
250000000	5000000000	5000000000			
300000000	6000000000	6000000000			
350000000	7000000000	7000000000			
400000000	8000000000	8000000000			
450000000	9000000000	9000000000			
500000000	10000000000	10000000000			
600000000	12000000000	12000000000			
750000000	15000000000	15000000000			
1000000000	20000000000	20000000000			
1500000000	30000000000	30000000000			
2000000000	40000000000	40000000000			
2500000000	50000000000	50000000000			
3000000000	60000000000	60000000000			
3500000000	70000000000	70000000000			
4000000000	80000000000	80000000000			
4500000000	90000000000	90000000000			
5000000000	100000000000	100000000000			
6000000000	120000000000	120000000000			
7500000000	150000000000	150000000000			
10000000000	200000000000	200000000000			
15000000000	300000000000	300000000000			
20000000000	400000000000	400000000000			
25000000000	500000000000	500000000000			
30000000000	600000000000	600000000000			
35000000000	700000000000	700000000000			
40000000000	800000000000	800000000000			
45000000000	900000000000	900000000000			
50000000000	1000000000000	1000000000000			
60000000000	1200000000000	1200000000000			
75000000000	1500000000000	1500000000000			
100000000000	2000000000000	2000000000000			
150000000000	3000000000000	3000000000000			
200000000000	4000000000000	4000000000000			
250000000000	5000000000000	5000000000000			
300000000000	6000000000000	6000000000000			
350000000000	7000000000000	7000000000000			
400000000000	8000000000000	8000000000000			
450000000000	9000000000000	9000000000000			
500000000000	10000000000000	10000000000000			
600000000000	12000000000000	12000000000000			
750000000000	15000000000000	15000000000000			
1000000000000	20000000000000	20000000000000			
1500000000000	30000000000000	30000000000000			
2000000000000	40000000000000	40000000000000			
2500000000000	50000000000000	50000000000000			
3000000000000	60000000000000	60000000000000			
3500000000000	70000000000000	70000000000000			
4000000000000	80000000000000	80000000000000			
4500000000000	90000000000000	90000000000000			
5000000000000	100000000000000	100000000000000			
6000000000000	120000000000000	120000000000000			
7500000000000	150000000000000	150000000000000			
10000000000000	200000000000000	200000000000000			
15000000000000	300000000000000	300000000000000			
20000000000000	400000000000000	400000000000000			
25000000000000	500000000000000	500000000000000			
30000000000000	600000000000000	600000000000000			
35000000000000	700000000000000	700000000000000			
40000000000000	800000000000000	800000000000000			
45000000000000	900000000000000	900000000000000			
50000000000000	1000000000000000	1000000000000000			
60000000000000	1200000000000000	1200000000000000			
75000000000000	1500000000000000	1500000000000000			
100000000000000	2000000000000000	2000000000000000			
150000000000000	3000000000000000	3000000000000000			
200000000000000	4000000000000000	4000000000000000			

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

Ensayo: **DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG**

Norma: **UNE 103103/94 UNE 103104/93**

Acta nº: **1911353**

Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193174

Referencia Informe..... EXP 19717

PROCEDENCIA: SONDEO

TIPO DE MUESTRA: T. PLASTIFICADO

FECHA ENTRADA: 31 de enero de 2019

PETICIONARIO: IGEOSUMA

DEN. OBRA: EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

**CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO**

Nº de golpes	-	$w=100 \cdot (a/s)$
Referencia tara	-	$a=(t+s+a)-(t+s)$
Agua	$t+s+a$	$t+s+a$
Tara + suelo + agua	$t+s$	$t+s$
Tara + suelo	$t$	$t$
Tara	$t$	$s=(t+s)-t$
Suelo	$s=(t+s)-t$	$w=100 \cdot (a/s)$

Referencia Muestra... 193174

Referencia Informe..... EXP 19717

PROCEDENCIA: SONDEO

TIPO DE MUESTRA: T. PLASTIFICADO

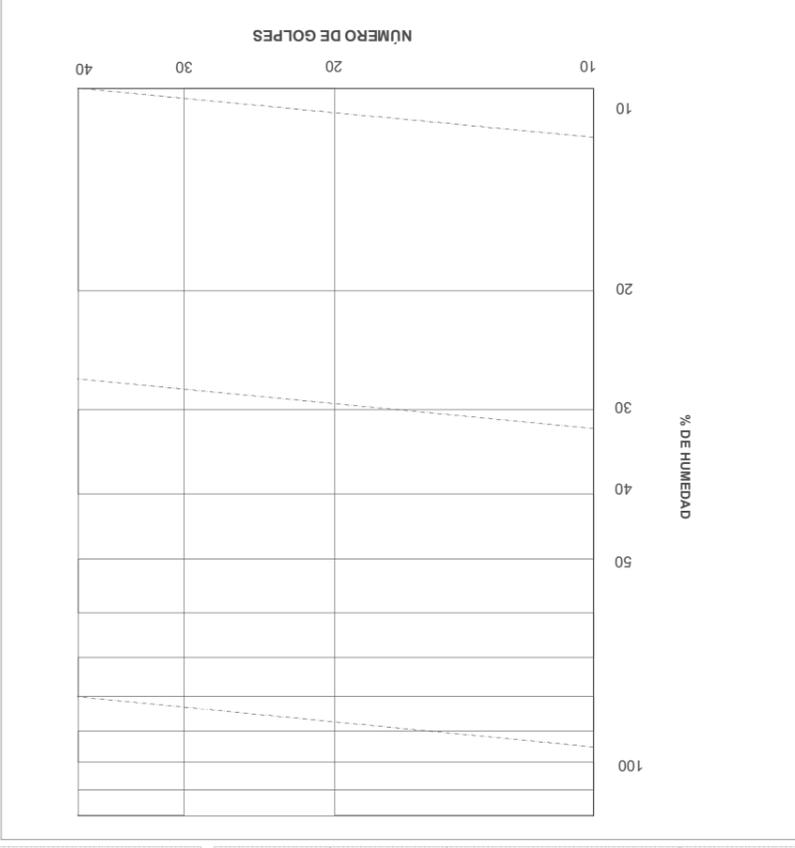
FECHA ENTRADA: 31 de enero de 2019

PETICIONARIO: IGEOSUMA

DEN. OBRA: EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

**CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO**

Referencia tara	-	$w=100 \cdot (a/s)$
Agua	$t+s+a$	$t+s+a$
Tara + suelo + agua	$t+s$	$t+s$
Tara + suelo	$t$	$t$
Tara	$t$	$s=(t+s)-t$
Suelo	$s=(t+s)-t$	$w=100 \cdot (a/s)$



**RESULTADOS DEL ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO = N. P.\*

LÍMITE PLÁSTICO = N. P.\*

ÍNDICE PLASTICIDAD = N. P.\*

\*N. P. = NO PRESENTA LÍMITE

VºBo

Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico

Fdo.

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo

Caspe, a 10 de febrero de 2019

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.

Laboratorio incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

Ensayo: **DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO**

Norma: **UNE 103301/94**

Acta nº: **1911354**

Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193174

Referencia Informe..... EXP 19717

PROCEDENCIA: SONDEO

TIPO DE MUESTRA: T. PLASTIFICADO

FECHA ENTRADA: 31 de enero de 2019

PETICIONARIO: IGEOSUMA

DEN. OBRA: EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

**DATOS ENSAYO**

PESO MUESTRA HÚMEDA (g) = **326,86**

PESO CON PARAFINA (g) = **346,95**

PESO SUMERGIDO (g) = **171,18**

HUMEDAD (%) = **22,33**

**RESULTADO DEL ENSAYO**

DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³) = **2,14**

DENSIDAD SECA (g/cm³) = **1,75**

VºBo

Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico

Fdo.

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo

Caspe, a 10 de febrero de 2019

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.

Laboratorio incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

Ensayo	HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO
Norma	UNE 103300/93
Acta nº	1911351
Nº Copia	Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra...	193174
PROCEDENCIA	SONDEO
REF. CLIENTE	S-2 (BP2) MI (5,60 - 6,20 m)
PETICIONARIO	IGEOSUMA
DEN. OBRA	EG MODERNIZACION DE REGADIO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (g) =	178,18
TARA + SUELO (g) =	152,11
TARA (g) =	35,37

RESULTADO DEL ENSAYO	HUMEDAD NATURAL (%) = 22,3
----------------------	----------------------------

Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico  
Fdo. 

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo  
Fdo. 

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio inscrito en el LECCCE con referencia ARA-L-15  
Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

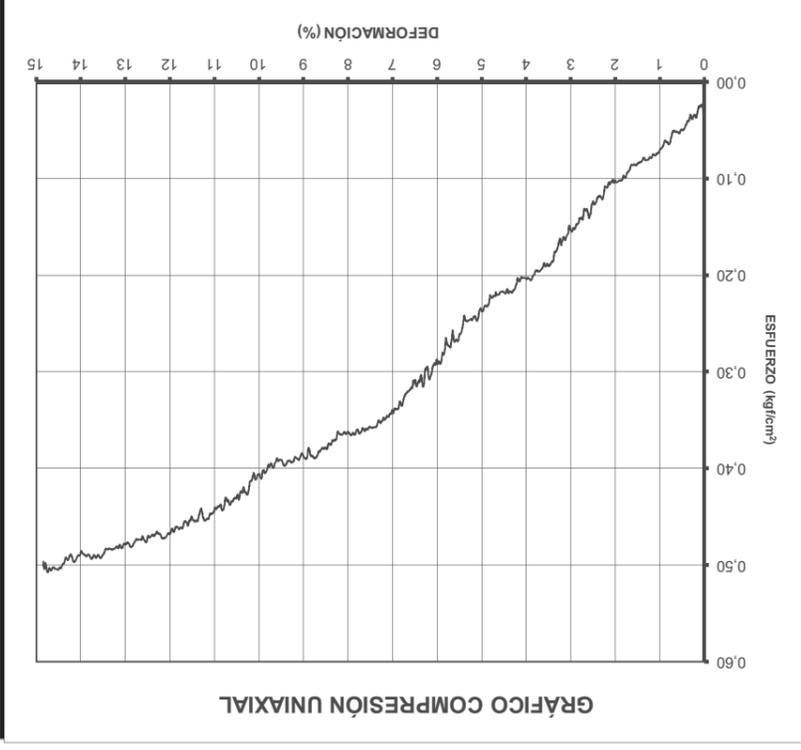
Caspe, a 10 de febrero de 2019

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

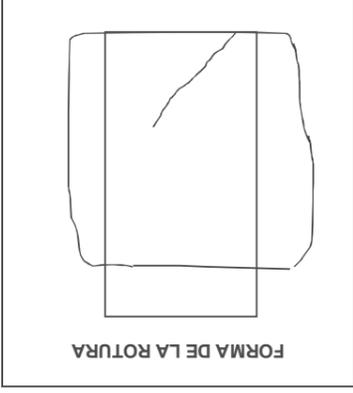
Ensayo	ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS DE SUELOS
Norma	UNE 103400/93
Acta nº	1911355
Nº Copia	Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra...	193174
PROCEDENCIA	SONDEO
REF. CLIENTE	S-2 (BP2) MI (5,60 - 6,20 m)
PETICIONARIO	IGEOSUMA
DEN. OBRA	EG MODERNIZACION DE REGADIO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

CALCULO DE LA HUMEDAD	
<b>Parcial</b>	<b>Probeta</b>
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 27	1146,95
Agua	Tara + suelo seco parcial
30,37	1347,90
Tara+suelo+agua	Tara
202,93	545,21
Tara+suelo	Suelo seco parcial
172,56	802,69
Tara	Suelo seco total
35,32	939,93
Suelo	Agua
137,24	207,02
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Agua	
30,37	
T + S	
T	
S	
s1=S+s	
a1=P-s1	
h1=(a1*100)/s1	
Humedad	
22,13	
DENSIDAD	
Densidad (g/cm³)	2,17
Volumen (cm³)	528,58
Area (cm²)	35,24
Altura (mm)	67
Diámetro (mm)	150
DATOS PROBETA	
CILINDRICA	
TIPO PROBETA	



RESULTADOS
R (kgf/cm²) = 0,51
Deform. (%) = 14,86



Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico  
Fdo. 

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo  
Fdo. 

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio inscrito en el LECCCE con referencia ARA-L-15  
Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

Caspe, a 10 de febrero de 2019



		Ensayo <b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO</b>	
Norma <b>UNE 103300/93</b>		Acta nº <b>1911356</b>	
Copia 1. Igeosuma		Copia 1. Igeosuma	

<b>Referencia Muestra... 193175</b> Referencia Informe..... EXP 19717		<b>Referencia Muestra... 193175</b> Referencia Informe..... EXP 19717	
PROCEDENCIA SONDEO	TIPO DE MUESTRA M. INALTERADA	PROCEDENCIA SONDEO	TIPO DE MUESTRA M. INALTERADA
REF. CLIENTE S-1 (BP1) MI (2,00 - 2,60 m)	PETICIONARIO IGEOSUMA	REF. CLIENTE S-1 (BP1) MI (2,00 - 2,60 m)	PETICIONARIO IGEOSUMA
FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019		DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUA DE MONEGROS (HUESCA)	

<b>DATOS ENSAYO</b>		<b>DATOS ENSAYO</b>	
PESO MUESTRA HÚMEDA (g) =	241,19	PESO CON PARAFINA (g) =	257,36
PESO SUMERGIDO (g) =	123,93	HUMEDAD (%) =	15,90

<b>RESULTADO DEL ENSAYO</b>	
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) =	2,10
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) =	1,81

<b>RESULTADO DEL ENSAYO</b>	
HUMEDAD NATURAL (%)	15,9

<b>DATOS ENSAYO</b>	
TARA + SUELO + AGUA (g) =	212,84
TARA + SUELO (g) =	188,30
TARA (g) =	33,96

VºBº Eduardo Baquer Barriendos Director Técnico Caspe, a 10 de febrero de 2019		VºBº Eduardo Baquer Barriendos Director Técnico Caspe, a 10 de febrero de 2019	
			
Fdo. José A. Ballesteros Estela Responsable ensayo		Fdo. José A. Ballesteros Estela Responsable ensayo	
			
@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio inscrito en el LECCE con referencia ARA-L-15 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.			

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

**Ensayo**  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Norma  
UNE 103401/98  
Nº Copia  
Copia 1. Igeosuma

Acta nº  
1911360

Referencia Muestra... 193175

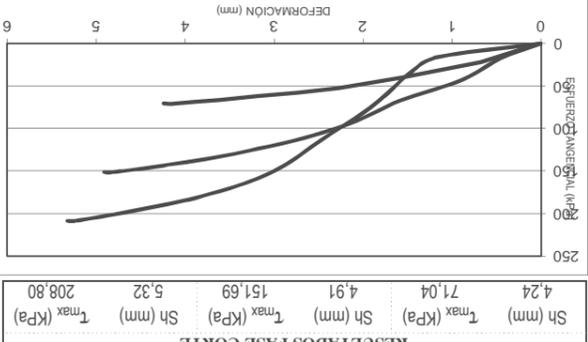
Referencia Informe... EXP 19717

PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	M. INALTERADA
FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019
TIPO DE ENSAYO	VELOCIDAD CORTE
CONSOLIDADO Y SIN DRENAR	

DATOS PROBETA	
Altura inicial de la probeta (en mm)	30,50
Altura final de la probeta (en mm)	29,30
Referencia de Tara nº 1	Anillo 1
Peso Tara 1 (en g)	61,51
Tara 1 + Peso humedo inicial (en g)	178,92
Tara 1 + Peso seco inicial (en g)	178,92
Referencia de Tara nº 2	A
Tara 2 + Peso humedo inicial (en g)	174,84
Tara 2 + Peso seco inicial (en g)	174,84
Peso Tara 2 (en g)	29,81
Tara 2 + Peso humedo final (en g)	35,48
Tara 2 + Peso seco final (en g)	35,48
Tara 2 + Peso humedo inicial (en g)	145,19
Tara 2 + Peso seco inicial (en g)	135,39
Tara 2 + Peso humedo final (en g)	146,47
Tara 2 + Peso seco final (en g)	146,47
Índice de huecos inicial	125,10
Índice de huecos final	124,80
Peso específico partículas (en g)	2,70

CARGA 1	CARGA 2	CARGA 3
Sh (mm)	Sh (mm)	Sh (mm)
0,42	0,45	1,16
0,68	0,90	1,46
1,56	1,89	2,40
2,27	2,07	2,70
2,73	2,61	2,86
3,18	3,18	2,92
3,61	3,66	2,98
3,87	4,14	3,27
4,16	4,51	3,37
4,24	4,84	3,47
	5,25	3,55
	5,32	3,55

RESULTADOS FASE CORTE	
Sh (mm)	t <sub>max</sub> (KPa)
4,24	71,04
5,32	151,69
5,32	208,80



Eduardo Baquer Barriendos  
Director Técnico

*[Signature]*

VBo

**Ensayo**  
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Norma  
UNE 103401/98  
Nº Copia  
Copia 1. Igeosuma

Acta nº  
1911360

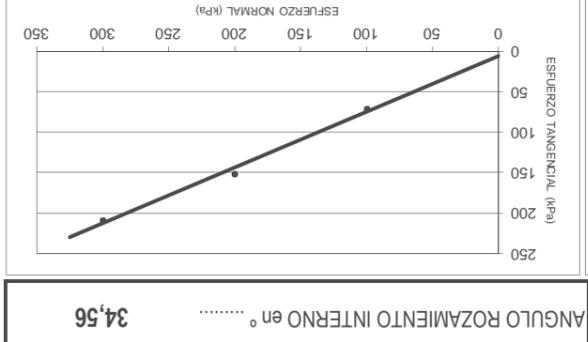
Referencia Informe... EXP 19717

PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	M. INALTERADA
FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019
TIPO DE ENSAYO	VELOCIDAD CORTE
CONSOLIDADO Y SIN DRENAR	

DATOS PROBETA	
Altura inicial de la probeta (en mm)	30,50
Altura final de la probeta (en mm)	29,30
Referencia de Tara nº 1	Anillo 1
Peso Tara 1 (en g)	61,51
Tara 1 + Peso humedo inicial (en g)	178,92
Tara 1 + Peso seco inicial (en g)	178,92
Referencia de Tara nº 2	B
Tara 2 + Peso humedo inicial (en g)	174,84
Tara 2 + Peso seco inicial (en g)	174,84
Peso Tara 2 (en g)	29,81
Tara 2 + Peso humedo final (en g)	35,48
Tara 2 + Peso seco final (en g)	35,48
Tara 2 + Peso humedo inicial (en g)	145,19
Tara 2 + Peso seco inicial (en g)	135,39
Tara 2 + Peso humedo final (en g)	146,47
Tara 2 + Peso seco final (en g)	146,47
Índice de huecos inicial	125,10
Índice de huecos final	124,80
Peso específico partículas (en g)	2,70

CARGA 1	CARGA 2	CARGA 3
Sh (mm)	Sh (mm)	Sh (mm)
0,42	0,45	1,16
0,68	0,90	1,46
1,56	1,89	2,40
2,27	2,07	2,70
2,73	2,61	2,86
3,18	3,18	2,92
3,61	3,66	2,98
3,87	4,14	3,27
4,16	4,51	3,37
4,24	4,84	3,47
	5,25	3,55
	5,32	3,55

RESULTADOS DEL ENSAYO	
COHESIÓN en kPa	6,08
ANGULO ROZAMIENTO INTERNO en °	34,56



José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo

*[Signature]*

Fdo.

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio. © TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruels, s.l. Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15 Caspe, a 10 de febrero de 2019

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

**Ensayo**  
DETERMINACION DE LA CONTENIDO EN FINOS

Norma  
Partículas tamaño inferior t 0,08 UNE

Acta nº  
1911362

Referencia Muestra... 193176

Referencia Informe... EXP 19717

PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	M. INALTERADA
FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019
TIPO DE ENSAYO	VELOCIDAD CORTE
CONSOLIDADO Y SIN DRENAR	

DATOS ENSAYO	
Masa de la muestra de ensayo secada, en g	84,53
Masa de las partículas retenidas t0,08 UNE, en g	12,57
Contenido en finos	85,1

RESULTADOS FASE CONSOLIDACION				
Alt. Inic. (mm)	Alt. Inic. (mm)	Valor t100	Alt. Inic. (mm)	Valor t100
30,50	30,50	1430,00	30,50	1430,00
0,13	0,13	0,571	0,13	0,13
0,19	0,19	0,634	0,19	0,19
0,43	0,43	0,712	0,43	0,43
0,96	0,96	0,825	0,96	0,96
1,45	1,45	0,881	1,45	1,45
2,17	2,17	0,930	2,17	2,17
3,26	3,26	0,980	3,26	3,26
4,88	4,88	1,022	4,88	4,88
7,32	7,32	1,043	7,32	7,32
10,99	10,99	1,064	10,99	10,99
16,48	16,48	1,085	16,48	16,48
24,72	24,72	1,100	24,72	24,72
37,08	37,08	1,121	37,08	37,08
55,61	55,61	1,135	55,61	55,61
83,42	83,42	1,149	83,42	83,42
125,13	125,13	1,163	125,13	125,13
187,69	187,69	1,170	187,69	187,69
281,54	281,54	1,177	281,54	281,54
422,31	422,31	1,184	422,31	422,31
633,46	633,46	1,191	633,46	633,46
950,19	950,19	1,198	950,19	950,19
1430,00	1430,00	1,199	1430,00	1430,00

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio. © TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruels, s.l. Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15 Caspe, a 10 de febrero de 2019

Eduardo Baquer Barriendos  
Director Técnico

*[Signature]*

VBo

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo

*[Signature]*

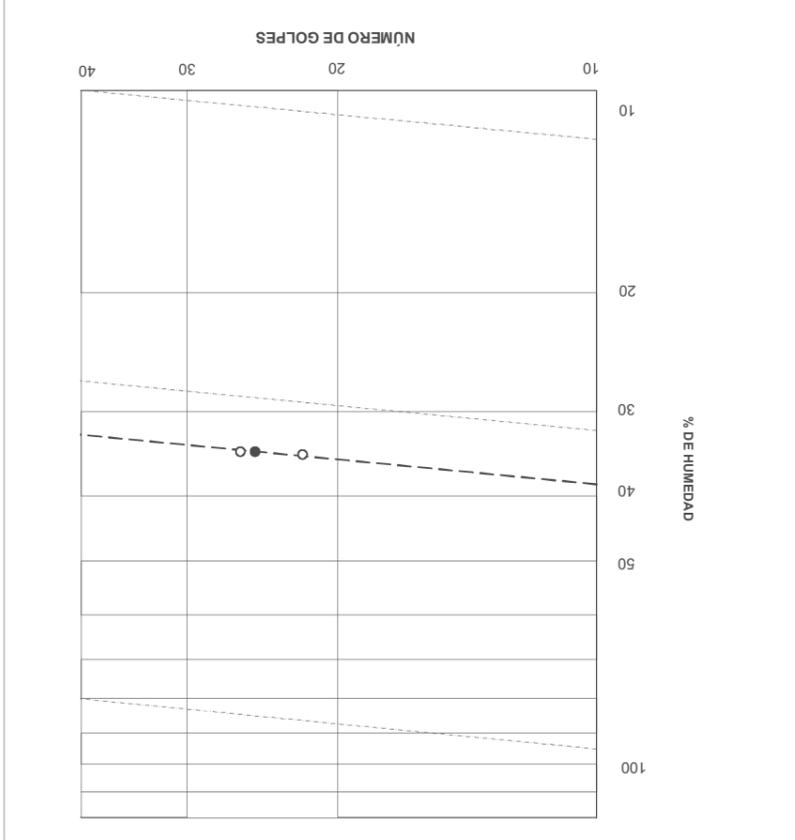
Fdo.

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio. © TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruels, s.l. Laboratorio Incrito en el LECCE con referencia ARA-L-15 Caspe, a 10 de febrero de 2019

	<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	Norma UNE 103103/94 UNE 103104/93	Acta nº 1911363	Copia 1. Igeosuma
	Ensayo DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO	Norma UNE 103301/94	Acta nº 1911364	Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193176					Referencia Muestra... 193176						
PROCEDENCIA	SONDEO	TIPO DE MUESTRA	M. INALTERADA	FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019	PROCEDENCIA	SONDEO	TIPO DE MUESTRA	M. INALTERADA	FECHA ENTRADA	31 de enero de 2019
REF. CLIENTE	S-1 (BP3) MI (2,00 - 2,40 m)	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R.	CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA		REF. CLIENTE	S-1 (BP3) MI (2,00 - 2,40 m)	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R.	CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)	DEN. OBRA	
Referencia Informe..... EXP 19717					Referencia Informe..... EXP 19717						

CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO		CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	22	Referencia tara	L 38
Referencia tara	L 34	Agua	3,40
Agua	5,05	Tara + suelo + agua	54,02
Tara + suelo + agua	56,51	Tara + suelo	50,62
Tara + suelo	51,22	Tara	33,02
Tara	35,99	Suelo	17,60
Suelo	15,23	% Humedad	19,3
$w=100 \cdot (a/s)$	34,7		
$a=(t+s+a)-(t+s)$	L 44		
$t+s+a$	5,05		
$t+s$	54,50		
$t$	49,45		
$s=(t+s)-t$	34,76		
$w=100 \cdot (a/s)$	34,4		



<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>	LÍMITE LÍQUIDO = 34,4	LÍMITE PLÁSTICO = 19,3	ÍNDICE PLASTICIDAD = 15,0
------------------------------	-----------------------	------------------------	---------------------------

VºBº   
 Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019

Fdo.   
 José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo  
 Laboratorio inrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 @TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

<b>RESULTADO DEL ENSAYO</b>	DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³) = 2,13	DENSIDAD SECA (g/cm³) = 1,79
-----------------------------	--------------------------------	------------------------------

<b>DATOS ENSAYO</b>	PESO MUESTRA HÚMEDA (g) = 266,47	PESO CON PARAFINA (g) = 281,87	PESO SUMERGIDO (g) = 139,35	HUMEDAD (%) = 18,75
---------------------	----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------

VºBº   
 Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico  
 Caspe, a 10 de febrero de 2019

Fdo.   
 José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo  
 Laboratorio inrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 @TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

Ensayo	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO
Norma	UNE 103300/93
Acta nº	1911361
Nº Copia	Copia 1. Igeosuma

Referencia Muestra... 193176	Referencia Informe..... EXP 19717
PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	M. INALTERDADA
PETICIONARIO	IGEOSUMA
DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (g) =	210,93
TARA + SUELO (g) =	183,11
TARA (g) =	34,70

RESULTADO DEL ENSAYO	HUMEDAD NATURAL (%)	18,7
----------------------	---------------------	------

@TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l. Laboratorio inscrito en el LECCCE con referencia ARA-L-15  
Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

Caspe, a 10 de febrero de 2019  
Eduardo Baquer Barrendos  
Director Técnico

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo




VºBº

Fdo.

**Terra LABS Control**  
www.terralabscontrol.es

Ensayo	ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS DE SUELOS
Norma	UNE 103400/93
Acta nº	1911365
Nº Copia	Copia 1. Igeosuma

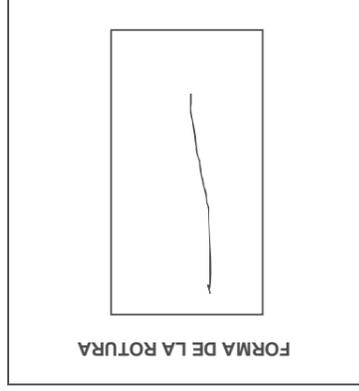
Referencia Muestra... 193176	Referencia Informe..... EXP 19717
PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	M. INALTERDADA
PETICIONARIO	IGEOSUMA
DEN. OBRA	EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

CALCULO DE LA HUMEDAD	
<b>Parcial</b>	<b>Probeta</b>
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03
Agua	Tara + suelo seco parcial
17,83	1424,84
Tara+suelo+agua	Tara
200,23	547,63
Tara+suelo	Suelo seco parcial
182,40	877,21
Tara	Suelo seco total
34,83	1024,78
Suelo	Agua
147,57	159,25
h=(a*100)/s	
s=(t+s)-t	
t	
t+s	
t+s+a	
a=(t+s+a)-(t+s)	
Referencia tara	Suelo húmedo total
L 51	1184,03

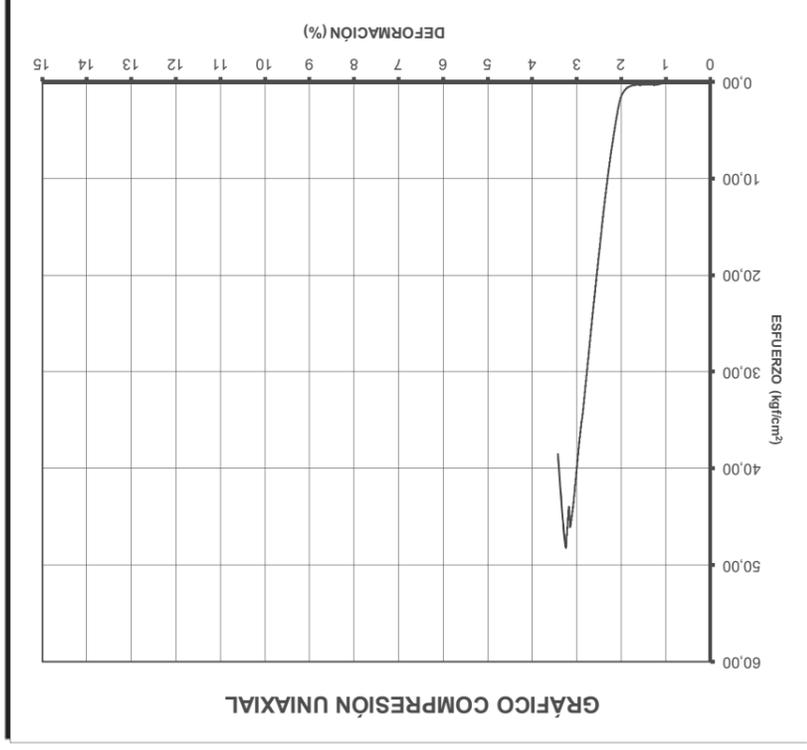
	<b>Ensayo</b> ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS DE SUELOS	Norma UNE 103400/93	Acta nº 1911367	Copia 1. Igeosuma Nº Copia
	Referencia Muestra... 193177 Referencia Informe... EXP 19717	PROCEDENCIA SONDEO	TIPO DE MUESTRA T. PLASTIFICADO	FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019

PROCEDENCIA SONDEO	TIPO DE MUESTRA S-1 (BP3) TP (3,50 - 3,70 m)	REFER. CLIENTE S-1 (BP3) TP (3,50 - 3,70 m)	REFERENCIA INFORME... EXP 19717
PROCEDENCIA SONDEO	TIPO DE MUESTRA T. PLASTIFICADO	REFER. CLIENTE S-1 (BP3) TP (3,50 - 3,70 m)	REFERENCIA INFORME... EXP 19717

CALCULO DE LA HUMEDAD			
Parcial		Probeta	
Referencia tara	L 48	Suelo húmedo total	1441,49
Agua	11,19	Tara + suelo seco parcial	1725,36
Tara+suelo+agua	217,06	Tara	541,92
Tara+suelo	205,87	Suelo seco parcial	1183,44
Tara	34,39	Suelo seco total	1354,92
Suelo	171,48	Agua	86,57
h=(a*100)/s	6,53	h1=(a1*100)/s1	6,39



<b>RESULTADOS</b> R (kgf/cm <sup>2</sup> ) = <b>48,23</b> Deform. (%) = <b>3,24</b>
---



VºBº  
 Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico

VºBº  
 José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

Caspe, a 10 de febrero de 2019  
 @TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
 Laboratorio inscrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

<b>Ensayo</b> DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103602/96	Norma 1911366	Acta nº 1911366	Copia 1. Igeosuma Nº Copia
---	------------------	--------------------	-------------------------------

Referencia Muestra... 193176	PROCEDENCIA SONDEO	TIPO DE MUESTRA M. INALTERADA	FECHA ENTRADA 31 de enero de 2019
Referencia Informe... EXP 19717	REFER. CLIENTE S-1 (BP3) MI (2,00 - 2,40 m)	PETICIONARIO IGEOSUMA	DEN. OBRA EG MODERNIZACIÓN DE REGADÍO C.R. CARTUJA DE MONEGROS (HUESCA)

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ENSAYADA:</b> M. INALTERADA HUMEDAD DE ENSAYO (%): 18,75 DENSIDAD SECA ENSAYO (g/cm <sup>3</sup> ): 1,79
--

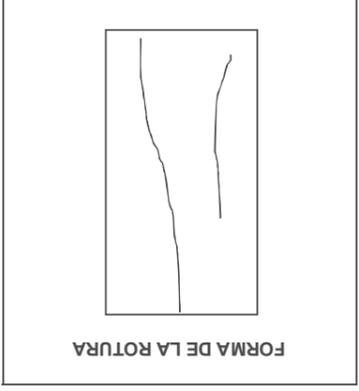
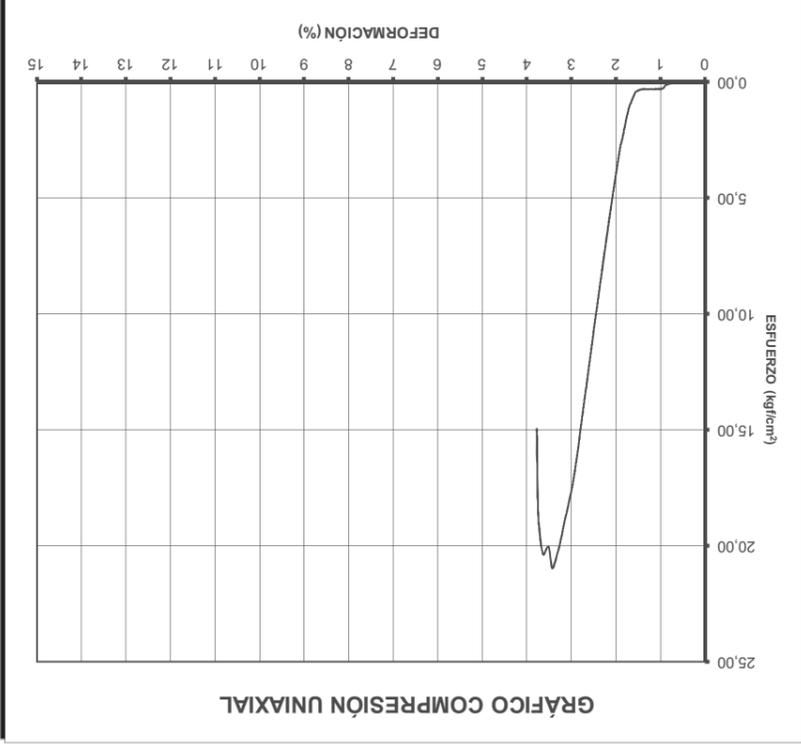
PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kgf/cm <sup>2</sup> ) 0,15
PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kPa) 14,71

VºBº  
 Eduardo Baquer Barrendos  
 Director Técnico

VºBº  
 José A. Ballesteros Estela  
 Responsable ensayo

Caspe, a 10 de febrero de 2019  
 @TerralabsControl es marca registrada de Inversiones Payaruelos, s.l.  
 Laboratorio inscrito en el LECCE con referencia ARA-L-15  
 Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio.

CALCULO DE LA HUMEDAD		Probeta		CILINDRICA	
<b>Parcial</b>		<b>Probeta</b>		<b>DATOS PROBETA</b>	
a=((s+a)-(t+s))	Referencia tara	L 16	Suelo húmedo total	1380,01	Diámetro (mm)
t+s+a	Tara+suelo+agua	137,63	Tara + suelo seco parcial	1665,68	Altura (mm)
t+s	Tara+suelo	9,94	Tara	518,35	71
t	Tara	30,14	Suelo seco parcial	1147,33	Volumen (cm³)
s=(t+s)-t	Suelo	97,55	Suelo seco total	1244,88	39,57
h=(a*100)/s	<b>Humedad</b>	10,19	Agua	135,13	609,41
					Densidad (g/cm³)
					2,26



**RESULTADOS**

R (kgf/cm²) =	20,98
Deform. (%) =	3,43

VºBº

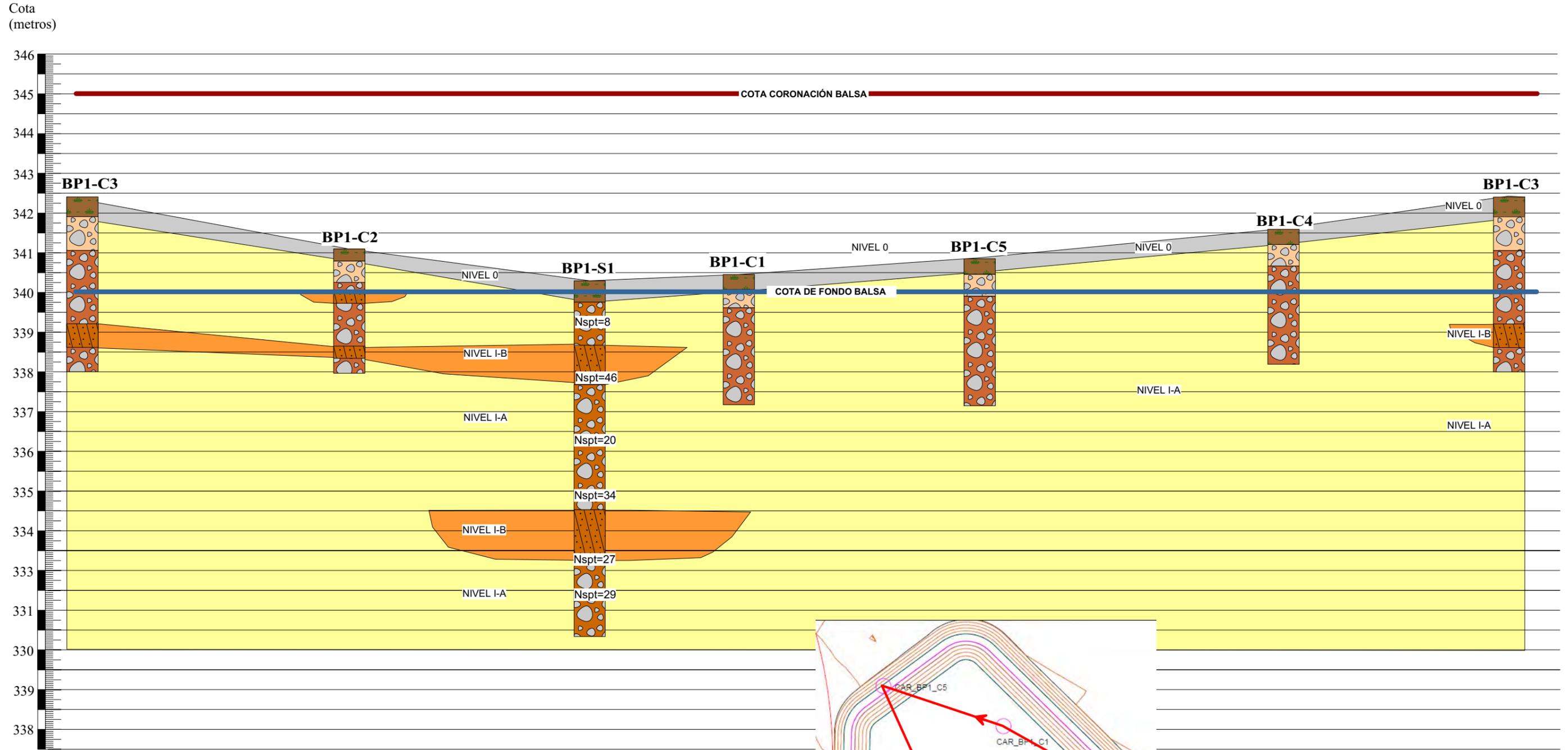
Eduardo Baquer Barriendos  
Director Técnico

José A. Ballesteros Estela  
Responsable ensayo

Fdo.

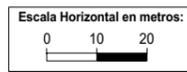
**VI.- PERFILES DE CORRELACIÓN BALSAS Y ESTACIÓN DE TURBINADO**

# BALSA BP1: PERFIL DE CORRELACIÓN LITOLÓGICA A-A'



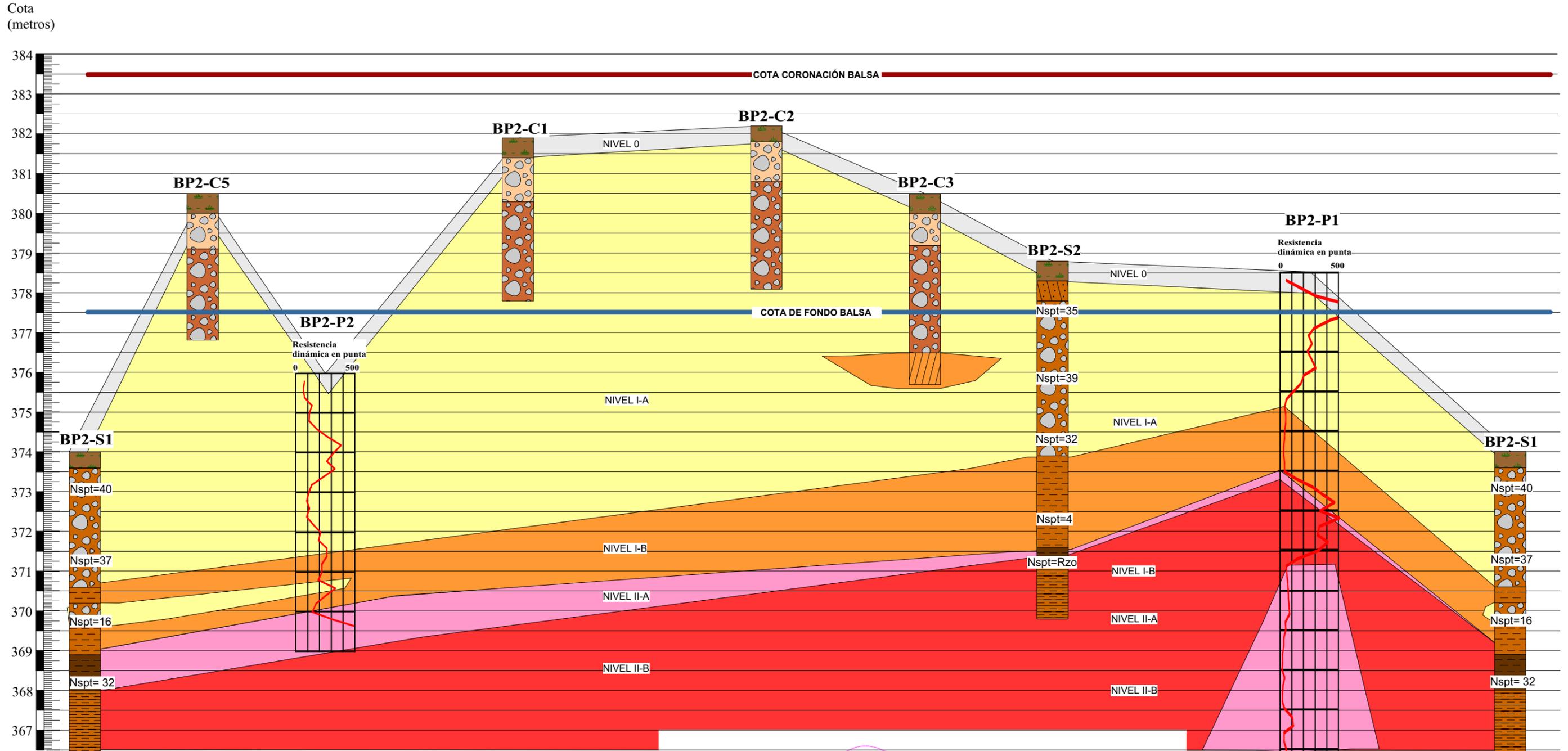
**LEYENDA**

- NIVEL 0.- Suelo vegetal.
- NIVEL I-A.- Recubrimiento Cuaternario. Gravas de glaci.
- NIVEL I-B.- Recubrimiento Cuaternario. Limos arenosos de glaci.



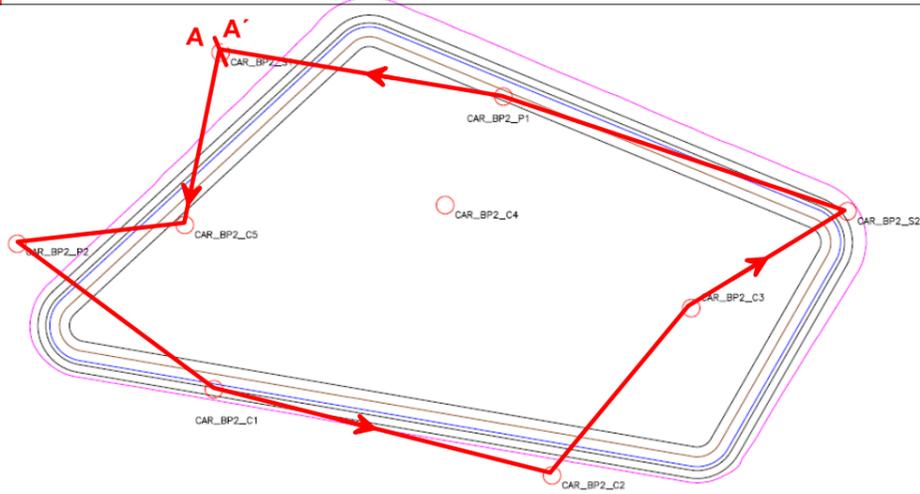
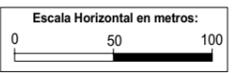
INFORME: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)  
 REFERENCIA: 0500  
 FECHA: Febrero de 2019

# BALSA BP2: PERFIL DE CORRELACIÓN LITOLÓGICA



**LEYENDA**

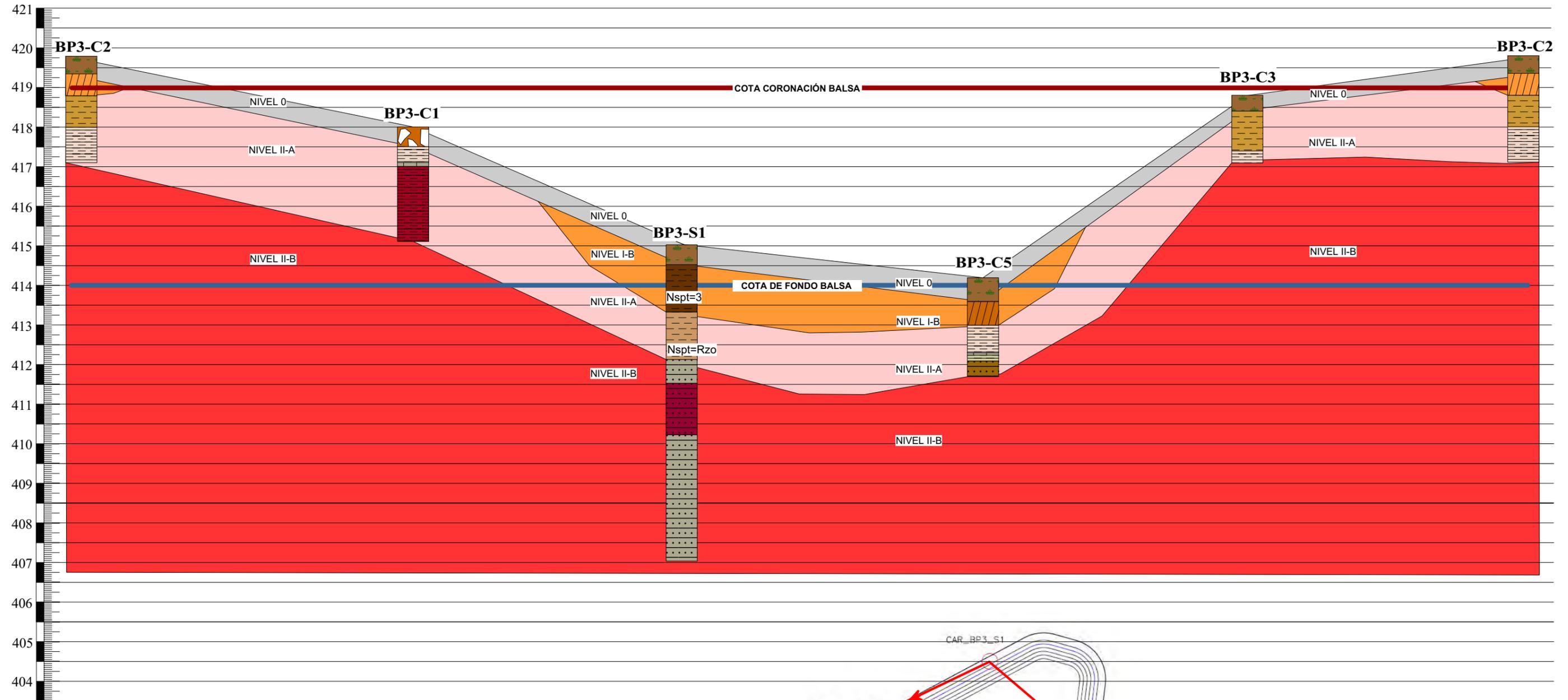
	NIVEL 0.- Suelo vegetal + Relleno.
	NIVEL I-B.- Recubrimiento Cuaternario. Arcillas limosas.
	NIVEL I-A.- Recubrimiento Cuaternario. Gravas de glacia.
	NIVEL II-A.- Sustrato terciario alterado. Arcillas.
	NIVEL II-B.- Sustrato terciario sano. Arguilita.



INFORME: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)  
 REFERENCIA: 0500  
 FECHA: Febrero de 2019

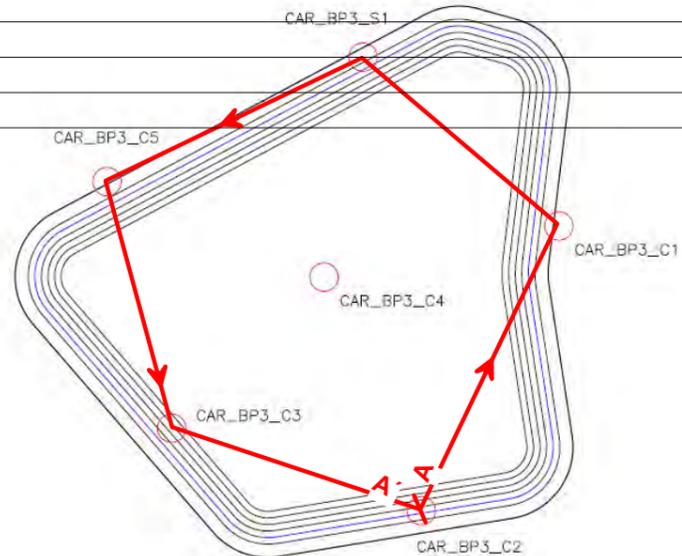
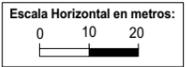
# BALSA BP3: PERFIL DE CORRELACIÓN LITOLÓGICA A-A'

Cota (metros)



**LEYENDA**

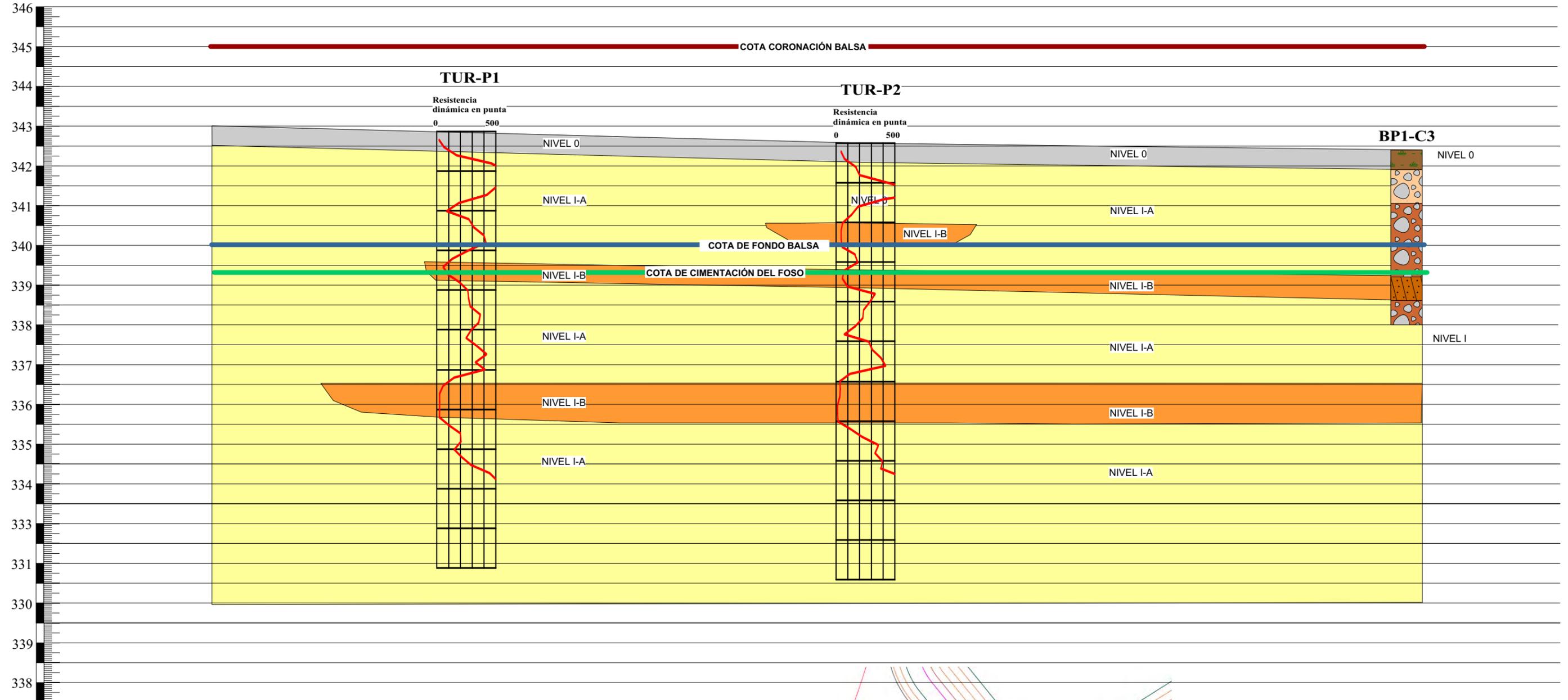
- NIVEL 0.- Suelo vegetal + Relleno.
- NIVEL I-B.- Recubrimiento Cuaternario. Arcillas limosas.
- NIVEL II-A.- Sustrato terciario alterado. Arcillas.
- NIVEL II-B.- Sustrato terciario sano. Arguilita, limolita y arenita.



INFORME: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE REGANTES CARTUJA-SAN JUAN. SECTORES XII Y XIII DEL CANAL DE MONEGROS (HUESCA)  
 REFERENCIA: 0500  
 FECHA: Febrero de 2019

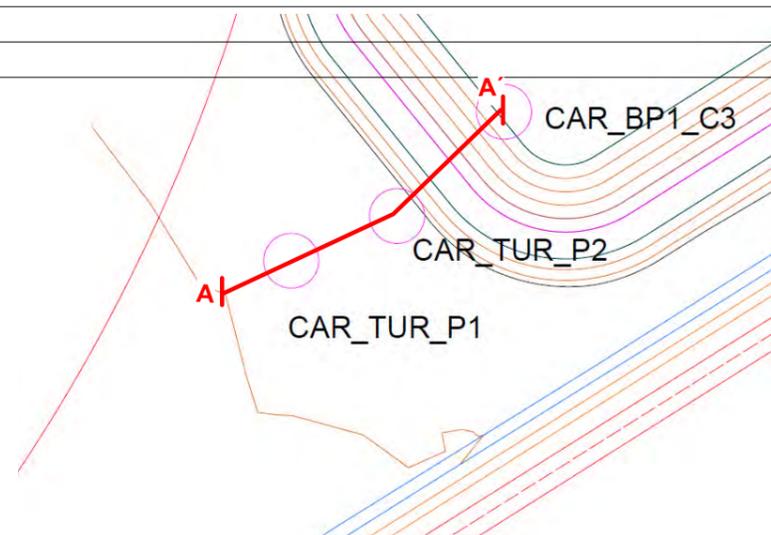
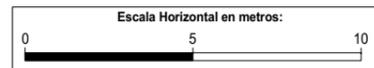
# TURBINADO: PERFIL DE CORRELACIÓN LITOLÓGICA A-A'

Cota (metros)



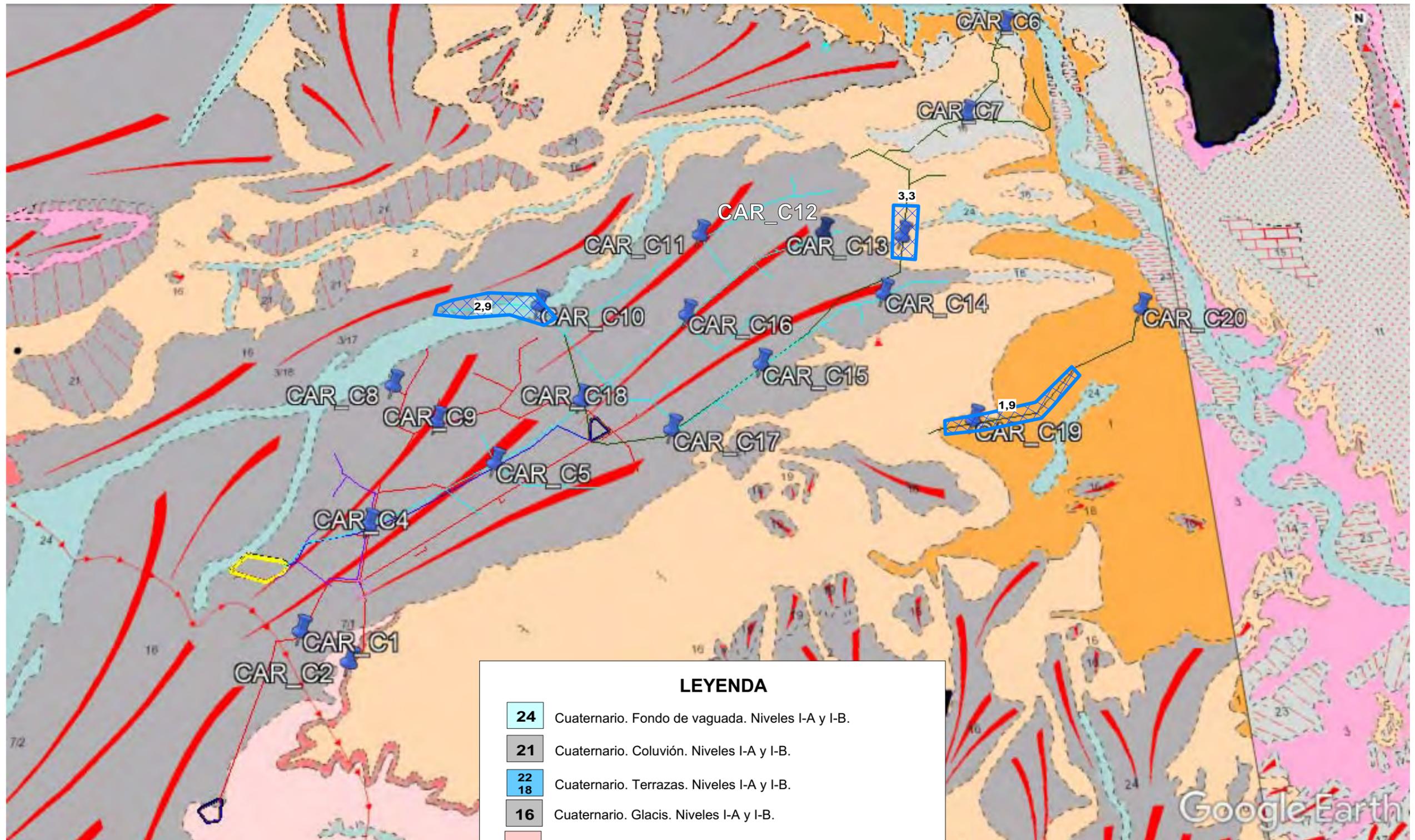
## LEYENDA

- NIVEL 0.- Suelo vegetal.
- NIVEL I-A.- Recubrimiento Cuaternario. Gravas de glacis.
- NIVEL I-B.- Recubrimiento Cuaternario. Limos arenosos de glacis.



**VII.- ZONIFICACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA RED DE TUBERÍAS**

## ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE LA RED DE TUBERÍAS



**LEYENDA**

24	Cuaternario. Fondo de vaguada. Niveles I-A y I-B.
21	Cuaternario. Coluvión. Niveles I-A y I-B.
22 18	Cuaternario. Terrazas. Niveles I-A y I-B.
16	Cuaternario. Glacis. Niveles I-A y I-B.
5	Sustrato Terciario. Argilitas y areniscas. Niveles II-A y II-B.
3	Sustrato Terciario. Argilitas. Nivel II-A.
2	Sustrato Terciario. Argilitas y areniscas. Niveles II-A y II-B.
1	Sustrato Terciario. Argilitas y areniscas. Niveles II-A y II-B.
2,7	Zonas con presencia de agua. Profundidad (m) de aparición.

