ANEJO 18. ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO DE DIGITALIZACIÓN Y SISTEMA DE TELEMANDO REMOTO EN EL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA (HUESCA/LÉRIDA).

Documento nº1. MEMORIA Y ANEJOS

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

COMUNIDAD GENERAL CANAL ARAGÓN Y CATALUÑA

PRODIA INGENIERIA

INDICE del ANEJO de ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETO 3
3. ESTUDIOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS 4

APÉNDICE 1. Planos de situación de los Estudios Geotécnicos de referencia

1. INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de las estructuras definidas en el presente Proyecto se han tenido en cuenta cinco Estudios Geológico-Geotécnicos, elaborados para los *"Proyectos de balsas de gestión y tuberías directas y balsas de la zona regable del Canal de Aragón y Cataluña (Huesca-Lérida)"*. Estos Proyectos se situaban en la misma zona que la del presente Proyecto.

Los cinco Estudios Geotécnicos referidos y la localización de los terrenos objeto de los mismos son:

- Estudio en zona de la Balsa nº 3, en el término municipal de Tamarite de Litera (Huesca).
- Estudio en zona de la Balsa nº10, en el término municipal de La Albelda (Huesca).
- Estudio en zona de la Balsa nº11, en el término municipal de Esplús (Huesca).
- Estudio en zona de la Balsa nº15, en el término municipal de Zaidín (Huesca).
- Estudio en zona de la Balsa nº24, en el término municipal de Fraga (Huesca).

Estos Estudios están distribuidos por toda la zona regable, y aun no siendo homogéneos entre sí, son una muestra significativa de las características de los suelos.

No obstante, para estar del lado de la seguridad, se tomarán a efectos de cálculo las características de los suelos más desfavorables, quedando de esta forma garantizada la estabilidad de las estructuras proyectadas.

Se adjuntan en el presente Anejo los planos de localización de las balsas objeto de los Estudios referidos.

2. OBJETO

El presente Anejo tiene por objeto el conocimiento de las características geotécnicas de los materiales existentes en el lugar del proyecto, con los siguientes fines:

1. Determinación de la capacidad portante del suelo, dato necesario para el cálculo estructural de las obras proyectadas.
2. Determinación de la excavabilidad del suelo de cara a poder prever los métodos de excavación y valor las partidas de movimiento de tierras.

3. PARÁMETROS ESTIMADOS

Tras la revisión de los estudios geotécnicos (adjuntados en el punto 5), se estiman los siguientes parámetros del terreno para el cálculo de las estructuras del proyecto:

- Densidad: 20 KN/m3
- Ángulo de rozamiento interno máximo: 29º
- Tensión máxima admisible: 1,7 kg/cm2
- Rigidez frente a la deformación: 55.000 KN/m2

Estos parámetros serán validados al inicio de las obras, como parte de la campaña geotécnica propuesta en el siguiente apartado.

4. PROPUESTA DE CAMPAÑA GEOTÉCNICA

Dada la imposibilidad de haber realizado, previamente a la redacción del proyecto, un estudio geotécnico específico para el cálculo de estructuras, se propone a continuación una propuesta de campaña geotécnica, que se realizaría previamente el inicio de las obras. Esta campaña servirá para conocer los parámetros reales del terreno, de forma que, en caso positivo, se puedan validar los cálculos incluidos en el proyecto.

La campaña abarcaría todas las ubicaciones de nuevas arquetas y consistiría en la perforación de sondeos para la realización de ensayos in-situ (ensayos de penetración) y la extracción de testigos de perforación para la caracterización geotécnica del terreno mediante la realización de ensayos de laboratorio (para la caracterización del terreno y la obtención de sus parámetros resistentes).

5. ESTUDIOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

A continuación se adjuntan los cinco Estudios geotécnicos precitados.

1.- Estudio Geológico-Geotécnico zona Balsa 3. T.M. Tamarite de Litera (Huesca)

EXPEDIENTE Nº.: **3593/11**

CLIENTE.: **TRAGSATEC, S.A.**

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL FUTURO EMPLAZAMIENTO DE LA BALSA 3 , T.M. DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA) INCLUÍDA EN EL PROYECTO "PROYECTOS DE BALSAS DE GESTIÓN Y TUBERÍAS DIRECTAS Y BALSAS DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA

(HUESCA-LÉRIDA)

EXPEDIENTE Nº.: **3593/11**

CLIENTE.: **TRAGSATEC, S.A.**

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL FUTURO EMPLAZAMIENTO DE LA BALSA 3 , T.M. DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA) INCLUÍDA EN EL PROYECTO "PROYECTOS DE BALSAS DE GESTIÓN Y TUBERÍAS DIRECTAS Y BALSAS DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA (HUESCA-LÉRIDA)

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	4
2. METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
3. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO GENERAL	7
3.1. ENCUADRE GEOLÓGICO	7
3.2. ESTRATIGRAFÍA	8
3.3. GEOMORFOLOGÍA	13
3.4. TECTÓNICA	14
3.5. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS	15
4. RECONOCIMIENTOS Y TRABAJOS REALIZADOS	16
4.1. PROSPECCIONES DE CAMPO	16
4.1.1. Calicatas de reconocimiento	16
4.1.2. Sondeos mecánicos	17
4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	20
4.3. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO	21
4.3.1. Descripción de los materiales y propiedades geotécnicas	21
5. CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES	32
5.1. MATERIALES PARA NÚCLEOS	33
5.2. MATERIALES PARA ESPALDONES	35
6. PRÉSTAMOS	37
6.1. PRÉSTAMOS PARA ESPALDONES	37
6.1.1. UNIDAD I	37
6.2. PRESTAMOS PARA NÚCLEO	38
6.2.1. Préstamo UNIDAD II	38
7. VALORACIÓN DE LOS PRÉSTAMOS	39

ANEJOS

A. PLANOS
A.1 CAMPAÑA GEOTÉCNICA
B. COLUMNAS SONDEOS
C. CALICATAS
D. ENSAYOS DE LABORATORIO
D.1. ENSAYOS DE LABORATORIO
D.2. ENSAYOS DE CALICATAS

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

LABORATORIO CONES, S.A.,a petición de Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. (TRAGSATEC), lleva a cabo la realización del presente estudio geológico-geotécnico, en el futuro emplazamiento de la balsa 3 en el T.M: Tamarite de Litera (Huesca).

El objeto del estudio es la identificación y caracterización de los materiales de la zona con propiedades geológicas y geotécnicas adecuadas para la construcción de una balsa de materiales sueltos. La balsa a construir tiene las siguientes características aproximadas:

Préstamos para el núcleo: Se identificarán zonas de préstamos compuestos principalmente por materiales **finos impermeables** (especialmente arcillas y limos) que tengan contenidos en **yesos < del 5%.**

Préstamos para espaldones. Se estudiarán materiales con predominio de la **fracción gruesa** (gravas y zahorras naturales).

2.- MÉTODOLOGÍA DE TRABAJO

Para elaborar este informe se han seguido, las recomendaciones del Pliego de Cláusulas administrativas, Técnicas y Económicas, facilitadas por TRAGSATEC. (Ref.: AR005-ESSAA 002).

En primer lugar se ha hecho en gabinete un estudio geológico de la zona de ubicación de la futura y balsa. Los documentos consultados, y que en mayor o menor medida han suministrado información han sido los siguientes:

I. G. M. E:

- Mapas Geológicos de España a escala 1/50000. (Serie MAGNA) Hojas nº.

  - 326 Monzón
  - 358 Almacelles
  - Mapas de Síntesis Geológica a escala 1/200000. Hojas nº.
    33 Lérida
  - Mapa Geotécnico General a escala 1/200000. Hojas nº,
    33 Lérida.

  Mapa de Rocas Industriales a escala 1/200000. Hojas nº.
    33 Lérida

OTROS:

- Fotografía aérea del IGN PNOA escala 1:50.000

- Guías técnicas de seguridad de presas: Estudios geológico-geotécnicos y de prospección de materiales. (Comité Nacional Español de Grandes Presas).

- Jornadas de ingeniería geológica y geotecnia de Obras de Tierra en noviembre de 2003 (ICOG-AIGE-CEDEX)

La campaña de campo ha consistido primer lugar en la realización de una serie de calicatas en las zonas marcadas por Tragsatec. El objeto es la observación directa del terreno y la toma de muestras para su análisis en el laboratorio así como obtener una primera idea de la idoneidad del material.

Una vez hechas las calicatas se han hecho dos sondeos en aquellas marcadas igualmente por Tragsatec. Con los sondeos se pretende caracterizar los materiales en profundidad y delimitar su espesor mediante su observación y toma de muestras para analizar en el laboratorio.

Finalmente se ha procedido a la realización del presente informe, con la recopilación de los resultados obtenidos, llegando a las conclusiones que aquí se presentan.

3.- ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO GENERAL

Recoge este apartado la descripción de las características geológicas y geotécnicas del área de estudio a nivel general.

3.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO

La zona de estudio se encuentra dentro de la hoja, a escala 1:50.000, de Monzón (326). Está situada en el sector nororiental de la Cuenca del Ebro. La superficie de la Hoja pertenece a la provincia de Huesca.

Los materiales autóctonos constituyen la casi totalidad de los rellenos afloranes en la Hoja, estando formados por depósitos pertenecientes al Terciario continental (Eoceno Superior-Oligoceno) y al Cuaternario.

Los depósitos más antiguos del Terciario continental corresponden a la unidad evaporítica, que está representada por la formación Barbastro y aflora en el núcleo del anticlinal de Barbastro-Balaguer.

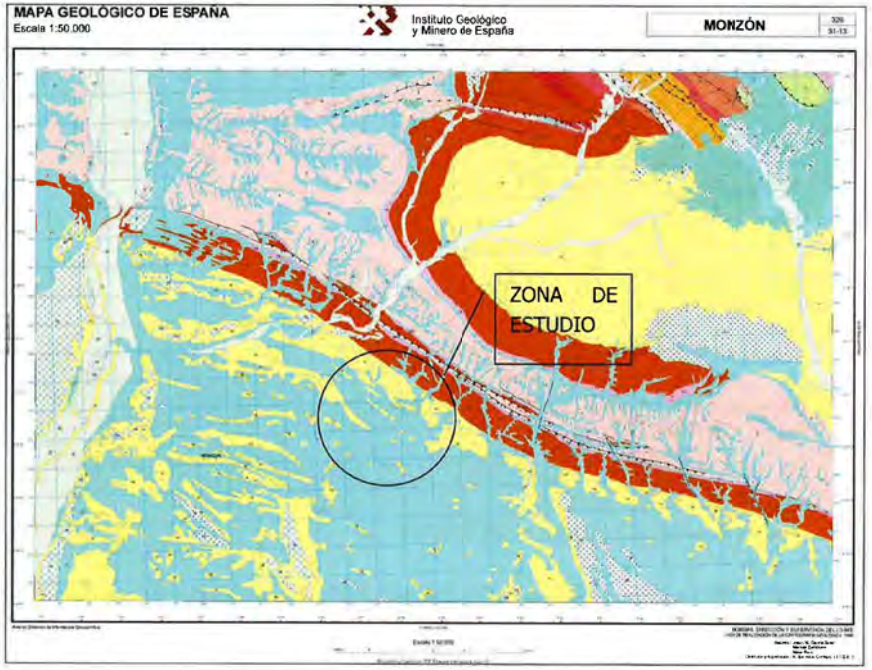
Por encima de la formación anterior se superpone la denominada Unidad Carbonatada, constituida por facies calcáreas, con términos lutítico-margosos intercalados.

Las unidades terciarias más jóvenes están constituidas por **las unidades Detríticas inferior y superior**, en esta última es donde se encuentra englobada nuestra zona de estudio, y caracterizan un episodio progradante dentro de un sistema de abanicos aluviales de procedencia pirenaica. Estas **unidades** corresponden a la Formación Peraltillo y parte de la formación Sariñena.

Los depósitos cuaternarios, igualmente aflorantes en la zona del estudio, se encuentran muy bien representados en la hoja y están formados por diferentes nieles de terrazas, en los corredores de los dos ríos principales y por glacis de diferentes generaciones, rellenos de fondo de valle y depósitos coluviales y aluviales recientes.

3.2.- ESTRATIGRAFÍA

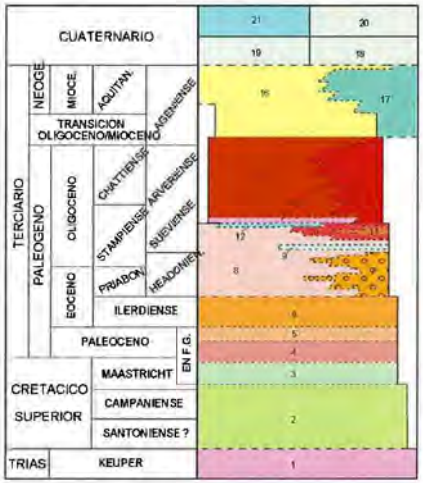
Se detallan a continuación en orden cronológico, los materiales geológicos aflorantes en la zona de estudio. Como hemos dicho anteriormente, estos materiales se encuentran dentro los depósitos terciarios de la Depresión del Ebro, y son casi exclusivamente de edad terciaria y cuaternaria.



Hoja geológica del IGME 326 Monzón

MONZÓN	326
	31-13

LEYENDA



21 Brechas, arenas y limos. Glacis y laderas; rellenos de fondo de valle; y depósitos aluviales-coluviales recientes.
20 Conglomerados, arenas y limos. Terrazas recientes.
19 Brechas, conglomerados, arenas y lutitas. Glacis y laderas altas.
18 Conglomerados, arenas y limos. Terrazas altas.
17 Conglomerados y brechas calcáreas entre lutitas rojas. (Fm. Baells).
16 Paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas.(Fm. Sariñena).
15 Paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas (Fm. Peraltilla Superior).
14 Lutitas rojas con intercalaciones de areniscas en paleocanales (Fm. Peraltilla Inferior).
13 Conglomerados y brechas calcáreas. (Fm. Calasanz).
12 Calizas, lutitas, areniscas y yesos (Fm. Peralta).
11 Brechas y conglomerados calcáreos. (Fm. Peralta).
10 Areniscas y lutitas rojas con estratificación horizontal.(Fm. Peralta)
9 Calizas, lutitas y gypsarenitas. (Fm. Salinar).
8 Yesos nodulares y lutitas grises (Fm. Barbastro).
7 Areniscas, lutitas y yesos nodulares. (Fm.Salinar).
6 Calcarenitas con alveolinas. (Fm. Ager).
5 Calizas micríticas con Microcodium.
4 Lutitas versicolores con intercalaciones de yesos y carniolas.
3 Calizas micríticas con carofitas y sílex.
2 Calizas con rudistas.
1 Lutitas versicolores.

A las diferentes unidades geológicas que aquí se describen y han sido estudiadas mediante los ensayos de campo y laboratorio, se les asigna un número **(Unidad I, II, III,.....) de referencia** dentro del presente estudio para tener una idea más clara de la geologia en la cartografía del estudio y a la hora de situar los ensayos de campo y los préstamos.

TERCIARIO

El Terciario incluye depósitos del Eoceno superior-Oligoceno inferior, llegando hasta el Oligoceno superior.Estos sedimentos se encuentran representados en cuatro unidades cartografiables, cuyas características principales se exponen a continuación.

Las cuatro unidades se pueden esquematizar de la siguiente forma, de más antigua a más moderna:

Unidad Paleógena Inferior o Detrítica Inferior: Corresponde al Paleógeno Inferior y comprende parte del Eoceno y cel Oligoceno.

Unidad evaporítica. Yesos, arcillas y margas grises. Eoceno Superior

Esta unidad corresponde a la denominada "Formación Barbastro", en el núcleo del anticlinal de Barbastro-Balaguer, estructura que se extiende bastantes kilómetros fuera de los límites de la misma.

Está formada fundamentalmente por yesos, entre los que a veces se intercalan lutitas y margas de color gris-verdoso.

Al tratarse de depósitos afectados por plegamiento y dada su plasticidad, se encuentran muy distorsionados, lo que unido a la tasa de meteorización de estos materiales, que afecta tanto a la textura como a la estructura como a la composición, dificulta su reconocimiento.

Los niveles de yesos presentan diversas estructuras, siendo las más frecuentes los yesos nodulares alabastrinos y los yesos megacristalinos.

Los niveles intercalados entre los yesos suelen corresponder a lutitas margosas con estructura masiva y ocasionalmente con aspecto laminado, que resulta de una alternancia de finos niveles micríticos y otros con mayor contenido en detríticos, o también la alternancia de micrita y yeso.

Unidad carbonatada

Esta unidad corresponde al nivel de calizas lacustres que se encuentran entre la unidad evaporítica y la formación Peraltillo.

Dentro de esta unidad en la hoja se distinguen:

- Calizas y margas grises con niveles de silex. Oligoceno inferior

Esta unidad está formada fundamentalmente por calizas estratificadas en niveles centi- y decimétricos, entre los que se intercalan lutitas arcillosas y margas, así como niveles de silex, reconociéndose en la base y el techo de la unidad una mayor proporción de componentes detríticos que dan lugar a la intercalación de finos niveles de arenisca.

- Areniscas carbonatadas y arcillas rojas. Oligoceno inferior

Están constituidas por areniscas carbonatadas y arcillas rojas, que forman un pequeño anticlinal E-O, cuyo extremo occidental se encuentra fallado.

Estos materiales se apoyan sobre la Unidad evaporíticas y no presentan buenos afloramientos para su estudio, por lo que es difícil su caracterización cetallada.

Unidad Detrítica Inferior-Oligoceno inferior

Esta unidad aflora bien en la parte septentrional de la hoja apoyada sobre la Unidad Carbonatada.

Está formada por una alternancia de areniscas, limos y arcillas entre los que se intercalan niveles carbonáticos que prácticamente desaparecen hacia el techo de la unidad.

Las areniscas se presentan formando cuerpos canalizados o capas arenosas, cuya posición en las secuencias es diferente, ya que mientras los cuerpos canalizados se sitúan en la base, las capas arenosas se desarrollan en la parte alta.

Los cuerpos canalizados suelen presentarse aislados dando por lo general pequeños resaltes que destacan en el terreno.

Las capas de areniscas tienen espesores centimétricos y se presentan como capas individuales, amalgamadas o alternando con limos y arcillas.

Los limos y arcillas intercalados presentan aspecto masivo. Estos depósitos suelen representar facies de inundación.

Por último, los niveles carbonáticos quedan restringidos a la parte superior de algunas secuencias, con espesores que varían desde 3 cm hasta casi 2.00 m. Están formados por calizas homogéneas o calizas con estructura prismática.

Unidad Detrítica Superior-Oligoceno superior

Esta unidad aflora adosada a la infrayacente (Unidad detrítica inferior) extendiéndose hacia el sur, aunque por lo general, se encuentra enmascarada por depósitos cuaternarios que impiden su reconocimiento completo. Los materiales de la zona estudiada pertenecen en parte a esta unidad.

Corresponde a la parte superior de la formación Peraltillo y la parte inferior de la unidad Sariñena, cubiertas por un extenso recubrimiento cuaternario.

Está formada por conglomerados, areniscas, limos y arcillas que se ordenan en secuencias positivas de características muy semejantes a las de la Unidad Detrítica inferior, aunque de mayor desarrollo y prácticamente sin presencia de facies calcáreas.

A nivel cartográfico se han diferenciado paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas, limos y arcillas **(REF, UNIDAD II)**, que constituyen la mayor parte de la unidad.

Los niveles de conglomerados y areniscas presentan abundantes extraclastos, que indican su procedencia pirenaica.

Los conglomerados son clasto-soportados en la parte basal de las secuencias, con cantos de cuarcita, arenisca y caliza, de subredondeados a redondeados, mientras que hacia la parte superior pasan a matriz-soportados, con matriz areniscosa y microconglomerática. Aparecen bien desarrollados en la esquina SE de la hoja, mientras que el resto solo están presentes de forma esporádica.

Las facies de partes superiores de los canales presentan las mismas características, pero con menor tamaño medio.

La parte superior de las secuencias suele estar representada por litarenitas calcáreas, con concentraciones diferenciales de óxidos de hierro y en ocasiones niveles de micritas arenosas con marmorización.

El espesor de esta unidad es difícil de calcular, su potencia mínima reconocida en las proximidades del anticlinal de Barbastro es de 250 m, siendo difícil evaluar su potencia total dado el intenso recubrimiento cuaternario de la mitad meridional de la hoja.

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD ESTUDIOS GEOTECNICOS

Los depósitos de la Unidad Detrítica superior representan un cambio en las pautas de sedimentación, instalándose canales de mayor energía dentro de los abanicos aluviales de procedencia pirenaica, lo que permite reconocer facies ligeramente más proximales que las observadas en la Unidad Detrítica inferior.

Conglomerados poligénicos y limos ocres. Plio-Pleistoceno

Esta unidad se superpone de forma discordante sobre las unidades infrayacentes. Sus afloramientos se localizan únicamente en la parte alta de la Sierra Larga. Están compuestos por conglomerados y gravas de cantos redondeados, clasto-soportados, con matriz arenosa, los cantos son de litologías de la zona axil pirenaica.

Estos materiales tienen características de depósitos fluviales y corresponden a los primeros depósitos de la actual fase de drenaje exorreico hacia el Mediterráneo de la cuenca del Ebro. En una etapa en la que la red fluvial no estaba definida.

CUATERNARIO

A esta edad se han atribuido depósitos de glacis y laderas, rellenos de fondo de valle y depósitos aluviales-coluviales recientes, terrazas recientes , glacis y laderas alta y terrazas altas.

Glacis y laderas, rellenos de fondo de valle y depósitos coluviales-aluviales recientes **(REF.: *UNIDAD D*):** Están constituidos por brechas, arenas y limos.

Terrazas recientes,: Están constituidos por conglomerados, arenas y limos.

Glacis y laderas altas: Constituidos `por brechas, conglomerados, arenas y lutitas.

Terrazas altas: Constituidas por conglomerados, arenas y limos.

3.3.- GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio está situada en el amplio piedemonte o somontano existente entre las Sierras Exteriores pirenaicas y la llanura o depresión tabular terciaria dominada por el valle del río Ebro.

Climáticamente se caracteriza por sus temperaturas relativamente extremas, coexistiendo una fuerte concentración de la insolación y ausencia de brisa en verano, con fuertes heladas ligadas a la niebla en invierno. La temperatura media se sitúa entorno a 14.2ª C. y las precipitaciones en ningún caso rebasan los 500 mm. Así pues la zona se clasifica como semiárida, mesotérmica y sin exceso de agua durante el año. la precipitación media en la estación de Binéfar en agosto arroja un valor de 37.6

mm. La temperatura media medida en la estación de Binéfar presenta medias mínimas de enero y julio de 4.7 y 22.8 grados respectivamente con temperaturas medias de 14 y 15º. El viento dominante, de componente noroeste es el denominado "cierzo".

La zona estudiada se encuentra situada dentro de la Depresión centro-oriental. Esta depresión está marcada por el norte y el oeste por las mofoestructuras de la Sierra Larga y la Altiplanicie de Alfarrás.

Tiene una altura media comprendida entre 260 m de Altorricón y 800 m en Estopiñan del Castillo. La recorren el caudaloso río el Noguera-Ribagorzana y por el canal de Aragón y Cataluña. que desarrollan terrazas escalonadas dando valles con perfil en artesa.

La importancia de los recursos hidráulicos es considerable hasta el punto que se puede catalogar la zona (Comarca de la Litera), como una de las zonas de regadío más amplias de la provincia, que tiene su continuación hasta el Ebro por Lérida y el bajo Cinca.

En la zona de estudio y referente al río Noguera-Ribagorzana, su perfil longitudinal arroja una pendiente del 5 por mil, sensiblemente mas alta que el río Segre, y, exceptuando las terrazas superiores, se puede reconocer e mismo escalonamiento que en éste.

La zona de estudio corresponde a las formaciones de paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas de la formación Sariñena, recubierta por sedimentos cuaternarios de brechas arenoas y limos y depósitos aluviales-coluviales recientes.

3.4.- TECTÓNICA

Desde el punto de vista geológico la zona estudiada queda enmarcada en la Cuenca del Ebro, que en sentido tectónico corresponde fundamentalmente a la cuenca de antepaís de la Cordillera Pirenaica. En superficie sus límites están marcados por esta cadena, La Cordillra Ibérica y la Cordillera Costero Catalana.

El sustrato de la Cuenca del Ebro está constituido por un zócalo paleozoico sobre el que se dispone una cobertera mesozoica incompleta, con predominio de materiales triásicos y jurásicos, ocupando los materiales más modernos la posición más meridional.

El estudio de la superficie de la Cuenca del Ebro muestra una estructura geológica muy sencilla, con capas subhorizontales, o con buzamientos muy suaves en la mayor parte de la cuenca, excepción hecha de aquellas áreas próximas a las cadena circundantes. Las deformaciones más abundantes en la cuenca están ligadas a fenómenos halocinéticos. Sin embargo, la cartografía de detalle pone de

manifiesto la existencia de estructuras, si bien no suelen ser deformaciones de gran intensidad, si presentan cierta continuidad lateral que refleja la la presencia de direcciones paralelas a las estructuras Ibéricas a lo largo de prácticamente la totalidad de la cuenca, así como otras de orientación NNE a NE, más difíciles de detectar.

Los materiales se presentan en disposición subhorizontal y con escasas deformaciones (zona estudiada).

3.5.- CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

DATOS SÍSMICOS

Según los criterios de la norma sismorresistente (NC SE-02), la zona objeto del estudio presenta un valor de aceleración sísmica básica < de 0.04 por lo que no es obligatorio la aplicación de la norma al carecer de peligrosidad sísmica.

4.- RECONOCIMIENTOS Y TRABAJOS REALIZADOS

4.1.- PROSPECCIONES DE CAMPO

Los estudios del terreno se han enfocado fundamentalmente a reconocer las características geológicas y geotécnicas de los materiales existentes en la zona donde se ubicará la balsa así como estudiar las posibilidades de los materiales para su utilización como préstamos.

Para esto se han realizado calicatas de reconocimiento, sondeos mecánicos, y ensayos de laboratorio.

4.1.1.- Calicatas de reconocimiento

En día 1 de diciembre de 2011 se han realizado 6 calicatas en las zonas previamente marcadas por TRAGSATEC, para realizar una primera observación de los materiales y recoger muestra para su ensayo en el laboratorio.

Las calicatas han sido nombradas como C-1, C-2,..... C-n, según el orden cronológico en que han sido realizadas.

Las calicatas constituyen un método de prospección de las capas más superficiales del terreno que se caracteriza por la rapidez de ejecución y por su bajo coste.

Básicamente consisten en practicar una pequeña excavación a través de la cual se puede observar el subsuelo y tomar muestras del mismo.

Aunque no se puede alcanzar una elevada profundidad (aproximadamente 3-4 m como máximo en terrenos blandos), permite la observación de una zona relativamente amplia, que facilita la diferenciación y acotación de los diferentes niveles que pudieran existir en el terreno, medida del nivel freático en acuíferos superficiales y tomar fotografías. Así mismo, para la toma de muestras permite obtener una cantidad de material más que suficiente y representativa para la realización de ensayos de laboratorio.

En áreas donde existe roca muy cerca de la superficie, la profundidad máxima que se puede alcanzar se encuentra limitada al perfil de alteración que haya podido desarrollar dicha roca. No obstante, las calicatas permiten conocer de forma muy rápida la profundidad a que se encuentra la roca sana o ligeramente alterada, u otro tipo de sustratos duros, identificarla y obtener información acerca de su estructura y disposición de las juntas (esquistosidad, fracturas...).

Para este estudio, las calicatas han sido realizadas mediante pala retroexcavadora, con la que se han practicado zanjas de aproximadamente 0,60 m de ancho por 2,00 m de largo y profundidad variable.

CONES, S.A. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

Zanjas que finalmente se han rellenado con el material extraído, una vez efectuadas las observaciones y mediciones y tomadas las muestras.

En la siguiente tabla se puede ver un resumen de las calicatas realizadas, donde se incluyen las, coordenadas, litología, unidad geológica de referencia utilizada en el presente estudio, potencia de recubrimiento y profundidad alcanzada.

Calicata	Coordenadas		Litología/ Cota muestra (m)	Unidad geológica	Recubrimiento (m)	Profundidad alcanzada (m)
	X	Y				
C-1	280171.54	46385109	Arenas gravosas. 2.00	I	0.30	4.40
C-2	280134.75	46385257	Arenas gravosas. 1.80	II	0.40	3.50
C-3	28014.83	46384956	Arenas gravosas. 1.80	I	0.40	4.00
C-4	280056.40	46385234	Arcillas arenosas 3.50	II	0.30	4.20
C-5	280069.96	46385707	Arenas gravosas. 1.2.10	I	0,60	3.50
C-6	280115.54	46385691	Arcillas 2.00	II	0,20	3.50

En los apéndices de este informe se incluye una ficha con la testificación, fotografías, coordenadas y los resultados de los ensayos de laboratorio de cada calicata.

4.1.2.- Sondeos mecánicos

Entre los días 30 de noviembre y 1 de diciembre de 2011 se han realizado 2 sondeos con recuperación de testigo continuo. El objetivo ha sido poder observar los materiales a profundidades superiores a los 10 m así como localizar los materiales que pueden tener las mejores características para su utilización en la construcción de la balsa, tanto en el núcleo como espaldones.

Los sondeos son perforaciones en el terreno que se caracterizan por presentar un diámetro muy pequeño con relación a la longitud total.

Constituyen un método de prospección del subsuelo en el que se pueden alcanzar elevadas profundidades con una perturbación mínima en el terreno, a la vez que es posible atravesar rocas cuya dureza impediría el avance por otros métodos como pueden ser las calicatas.

Los sondeos mecánicos a rotación permiten, además, la extracción continua de testigos de suelos y rocas, así como la realización de determinados ensayos (SPT, Vane Test, toma de muestras inalteradas, etc...), proporcionando amplia información sobre la naturaleza del terreno, diferenciación de capas o niveles y acotación de los mismos.

Para el caso concreto de este estudio, las perforaciones se han realizado con sondas de 86 y 101 mm de diámetro y corona de widia de avance hidráulico, montada sobre camión dotado de castillete o torre de sondeo y de bomba. La recuperación de testigo se ha realizado mediante tubo hueco en cuyo extremo inferior va roscada la corona de perforación.

En la perforación se ha avanzado en seco siempre que el terreno lo ha permitido y se han utilizado coronas de widia de diámetro 101 y 86 mm.

4.1.2.1.- Ensayos de penetración estándar S. P. T.

Estos ensayos (UNE 103800/92) determinan la resistencia de los suelos a la penetración de un tomamuestras bipartido, permitiendo además obtener muestras alteradas dentro de un sondeo para su identificación, a la vez que proporcionan información sobre la variabilidad y rigidez del suelo.

Se realizan en el interior de sondeos y el equipo consta de un tomamuestras bipartido de pared gruesa, de 51 mm de diámetro acoplado a un varillaje rígido, en cuyo extremo se coloca una cabeza de golpe y contragolpe, sobre la que impacta una maza de 63,6 Kg. en caída libre desde una altura de 76,2 cm.

Dentro del procedimiento de realización del ensayo, y una vez alcanzado el punto que se desea ensayar, se distinguen dos fases: Una primera hinca de colocación de 15 cm, incluyendo la penetración inicial del tomamuestras bajo su propio peso, donde no se cuenta el número de golpes necesario ya que se supone que el terreno en el fondo del sondeo puede estar alterado; y la segunda fase o ensayo de hinca propiamente dicho, en la cual se anota el número de golpes necesarios para penetrar adicionalmente 30 cm. Este es el "número de penetración estándar", N.

Si los 30 cm de penetración no pueden lograrse con 100 golpes o son necesarios más de 50 golpes para la hinca de cada tramo, el ensayo se dará por terminado (rechazo, R en diagramas).

En los estratos de grava, la cuchara o tomamuestras normal no puede hincarse, pues su zapata afilada se dobla. Se sustituye entonces por una "puntaza" maciza de forma cónica de 60º de abertura y de igual sección que el tomamuestras. En este caso el ensayo no proporciona muestra alguna.

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

En total se han realizado 5 ensayos de penetración dinámica estándar (SPT) en los sondeos. Estos ensayos se han realizado en aquellas zonas del sondeo donde la toma de muestras inalteradas era difícil. El objetivo ha sido tener una idea de la compacidad y consistencia de los materiales.

4.1.2.2.- Muestra inalterada.

Durante la propia ejecución de los sondeos se procede a la toma de muestras inalteradas para poder realizar sobre ellas los ensayos necesarios para la perfecta caracterización geotécnica de los materiales atravesados, (humedades y densidades naturales, grado de agresividad, cohesión, ángulo de rozamiento interno, resistencia, deformabilidad, etc.).

Para la correcta extracción de las muestras disponemos de varios tipos de tomamuestras (kelvin, de pared gruesa, de pared delgada, etc.) la elección de uno u otro tipo depende de la resistencia al corte y de la naturaleza del terreno.

Básicamente los distintos tipos de tomamuestras consisten en una cuchara normalizada con una punta biselada de acero endurecido. Estos se introducen por presión o por golpeo, quedando alojada la muestra en un tupo de PVC, una vez extraída se cierran los extremos para que no se produzca evaporación ni alteración física.

En los sondeos se han tomado muestras (alteradas, inalteradas o testigos parafinados según el tipo de materiales) para su ensayo en laboratorio. Además se han realizado ensayos SPT.

Testigos parafinados: 5 unidades

Ensayos in situ:

Ensayos de penetración estándar (SPT): 5 unidades

En la siguiente tabla se puede ver un resumen de los sondeos realizados, donde se incluyen las, coordenadas, unidad geológica, muestras, ensayos y profundidad alcanzada en el sondeo:

Sondeo	Coordenadas		Unidad geológica	Tipo de muestra/ Cota	S.P.T. Profundidad/ golpeo	Prof. sondeo (m)
	X	Y				
S-1	280084.10	463848077	II	SPT-1 / 2.00-2.45 SPT-2 / 4.00-4.07 TP-1 / 6.20-6.55 TP-2/8.00-8.45 TP-3/9.80-10.20	SPT-1 / 11-9-12 SPT-2/R	10.40
S-2	280198.78	46385296	II	SPT-1 / 2.00-2.45 SPT-2 / 4.00-4.35 SPT-3/6.00-6.14 TP-1/7.85-8.20 TP-2/9.90-10.30	SPT-1/9-7-8 SPT-2/12-13-15 SPT-3/R	10.30

En los apéndices de este informe se incluye una ficha con la testificación, fotografías, coordenadas y los resultados de los ensayos de laboratorio de cada sondeo.

4.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han realizado ensayos de laboratorio sobre las muestras recogidas dirigidos a la identificación y caracterización, parametrización química y valoración de su resistencia, deformabilidad y permeabilidad.

Tanto la toma de muestras como la ejecución de los ensayos han sido realizados por CONES, que dispone de la acreditación preceptiva.

La relación de ensayos de laboratorio realizados, la normativa aplicada y la cantidad se detalla como sigue:

Análisis granulométrico (UNE 103-101) 16 ensayos

Límites de Atterberg (UNE 103-103, 103-104) 12 ensayos

Sulfatos solubles (NLT 120) 6 ensayos

Contenido en carbonatos (UNE 103 100) 6 ensayos

Sales solubles (NLT-114) 6 ensayos

Contenido en yesos (NLT-115) 2 ensayos

Hinchamiento libre (UNE-103601)	2 ensayos
Colapso (NLT-254)	2 ensayos
Materia orgánica (UNE 7638)	6 ensayos
Próctor normal (UNE 103-500)	6 ensayos
Densidad (UNE 103 301)	10 ensayos
Humedad natural (UNE 103 300)	10 ensayos
Hinchamiento Lambe (UNE 103 600)	2 ensayos
Consolidación unidimensional en edómetro (UNE 103 405)	2 ensayos
Dispersibilidad por tubificación Pin Hole (NLT 207)	2 ensayos
Compresión triaxial (UNE 103 402/98)	3 ensayos
Ensayo de permeabilidad en célula traxial	2 ensayos
Granulometría por sedimentación (UNE 103 102)	2 ensayos
Resistencia a la compresión simple (UNE 103 400)	5 ensayos

En los apéndices de este informe se incluyen los informes de cada ensayo realizado. Al igual que en cada calicata y sondeo se incluyen los resultados de las muestras analizadas.

4.3.- DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO

4.3.1. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES Y PROPIEDADES GEOTÉCNICAS

En base a las prospecciones de campo y laboratorio realizadas, se ha llevado a cabo una caracterización geotécnica de los materiales identificados en la parcela.

Así, se han diferenciado, de forma general, un total de dos unidades geológico-geotécnicas, cada una de las cuales integra materiales de similar composición y granulometría, que muestran características geomorfológicas e hidrogeológicas del mismo tipo. Dichas unidades son las siguientes:

- Unidad I: Cuaternario
- Unidad II: Terciario-Oligoceno superior-Mioceno

En la parcela se han desarrollado una serie de perfiles geológico-geotécnicos, en los que puede apreciarse la distribución de las diferentes unidades en profundidad.

Para definir las características específicas de cada unidad, se procede a seguir el siguiente procedimiento:

- Características de identificación y clasificación

Para determinar la naturaleza del material se recurre a los ensayos de laboratorio de granulometría por tamizado y límites de Atterberg. Posteriormente, en base a estos resultados se realiza una clasificación del suelo en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS).

- Características Resistentes

La condición resistente de esta unidad puede conocerse mediante ensayos de penetración dinámica, y de SPT en sondeos. A partir de ellos, se determina el valor característico de N_{30} para cada unidad, el cual, en el caso de penetraciones dinámicas, se ha derivado a partir de la expresión siguiente, propuesta por Dhalberg (1974):

$$N_{30} = 25 \cdot \log(1{,}3 \cdot N_{DPSH}) - 15{,}16$$

Con el valor N_{30}, se puede determinar la consistencia o compacidad de los materiales que conforman una unidad.

Para definir los parámetros resistentes c y ϕ, se acude a los ensayos de laboratorio de triaxiales, consolidado no drenado (CU).

En aquellos casos en los que no se cuenta con ensayos de resistencia al corte en laboratorio, se realiza una estimación del ángulo de rozamiento interno, mediante los valores de N_{SPT}, según las siguientes expresiones empíricas:

$\phi = (15^* N_{SPT})^{1/2} + 15^o$ (Road Bridge Specificacion)

$\phi = 0.3^* N_{SPT} + 27^o$ (Japanese Nacional Railway)

- Caracterización de deformabilidad

A través de ensayo edométrico, realizado en algunos sondeos, se ha podido obtener el módulo de deformación edométrico.

En aquellos casos en los que no se hayan realizado ensayos edométricos en sondeo, se estima el módulo de deformabilidad, mediante las siguientes formulaciones, propuestas por Schmertmann:

CONES S.A. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

E= 2.5 qc para zapatas cuadradas o circulares

E= 3.5 qc para zapatas corridas

qc= resistencia al ensayo penetrométrico de cono (CPT), resistencia a la penetración estática.

Schertmann propone relacionar la resistencia a la penetración estática con cono, con el ensayo de penetración estándar (N_{SPT}), en función del tipo de suelo, de la siguiente manera:

Tipo de suelo	qc/N_{SPT}
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3-4
Arena media	4-5
Arena gruesa	5-8
Grava	8-12

Relación según Schertmann entre resistencia a penetración estática con cono y ensayo de penetración estándar (SPT).

Para conocer las condiciones de asiento de los materiales que forman el terreno, se acude a ensayos de laboratorio tales como los siguientes:, hinchamiento libre, ensayo de colapso y ensayo edométrico.

- Caracterización hidrogeológica

El carácter permeable de cada unidad, se define fundamentalmente, en función del tipo de material predominante, y las observaciones realizadas en el campo, a la hora de la ejecución de las investigaciones "in situ" (ensayo Lefranc).

- Excavabilidad

Se realiza una consideración de tipo de medios necesarios para excavar los materiales que conforman la unidad.

En la parcela se han podido definir las dos unidades geológico-geotécnicas descritas con anterioridad. La caracterización pormenorizada para cada una de ellas es la siguiente:

UNIDAD I. Cuaternario

Son depósitos aluviales y coluviales recientes constituidos por brechas, arenas y limos. Aparecen subyacentes a suelos constituidos por terreno vegetal que presenta las siguientes potencias:

INVESTIGACIÓN	POTENCIA
S-1	0.50 m
S-2	0.50 m
C-1	0.30 m
C-2	0.40 m
C-3	0.40 m
C-4	0.30 m
C-5	0.60 m
C-6	0.20 m

Los espesores de los depósitos aluviales y coluviales registrados en los sondeos y las calicatas alcanzan valores comprendidos entre 1.00 y 4.50 metros. A continuación se adjuntan los espesores diferenciados en cada una de las investigaciones realizadas:

INVESTIGACIÓN	POTENCIA
S-1	4.50 m
S-2	2.70 m
C-1	4.10 m
C-2	3.10 m
C-3	3.60 m
C-4	2.90 m
C-5	2.90 m
C-6	1.00 m

Características de identificación y clasificación

Para la identificación de esta unidad se ha dispuesto de muestras tomadas en las calicatas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN			
	CONTENIDO EN FINOS (%)	LÍMITES DE ATTERBERG	
	0,08	LL	IP
VALOR MÍNIMO	5.93	NP	NP
VALOR MÁXIMO	24.13	NP	NP
VALOR MEDIO	15.03	NP	NP

Esta unidad se define, según la clasificación USCS, de la siguiente manera:

- 100%: SC, arenas, gravosas algo arcillosas.

Características resistentes

En función de la testificación realizada en las calicatas, puede decirse que estos materiales registran una compacidad de media.

Los valores de N_{30} para esta unidad son los siguientes:

DATOS DE ENSAYOS SPT arcillas	N_{30}
S-1 (0.50-3.20 m)	21
S-2 (0.50-5.00m)	15/28
VALOR MÍNIMO	15
VALOR MÁXIMO	28
VALOR MEDIO	21.5

Resistencia al corte

A partir de estos datos tabulados en el Código Técnico de la Edificación se proponen los siguientes parámetros resistentes característicos para esta unidad I:

γ = 1.93 g/cm^3

c´ = 0.04-0.06 Kg/cm^2

ϕ´ = 36º

Características de deformabilidad

El módulo de deformación para esta unidad se propone igualmente según CTE, considerando un suelo de compacidad media entre 40 y 100 MN/m^2.

Caracterización hidrológica

Desde el punto de vista hidrogeológico, puede decirse que la unidad registra una permeabilidad alta.

Excavabilidad

Todos los materiales que componen la Unidad I son excavables mediante medios mecánicos convencionales.

Compactación

Realizado el ensayo de próctor modificado:

Densidad máxima= 2.11-2.25 gr/cm^3

Humedad óptima = 5.8-7.5

Características químicas

Materia orgánica = 0.01-0.09 %

Carbonatos = 43.32-49-88 %

Sales solubles = 0.00-0.18 %

Sulfatos = 470.81-530.64 mg/kg

UNIDAD II. Terciario-Oligoceno superior

Se incluyen aquí los materiales que conforman el sustrato Terciario, que aparecen directamente bajo el cuaternario de la Unidad I.

Estos materiales están integrados por una serie constituida por arcillas a veces algo arenosas , sobre todo en las muestras tomadas en las calicatas, que son más superficiales mostrando una secuencia granodecreciente. Intercalado en este nivel e S-1 aparece una banco de areniscas entre 6.20 y 7.90 m de profundidad.

a) Arcillas

Aparecen a las siguientes profundidades

- S-1 3.20 y 6.20 m y 7.90 y 10.40 m
- S-2 5.00 y 10.30 m.
- C-1 entre 3.20 y 4.20 m (fin calicata)
- C-6 entre 1.20 y 3.50 m (fin calicata)

Características de Identificación y Clasificación

Para la identificación de esta unidad se ha dispuesto de muestras SPT, TP y MA tomadas en los sondeos y calicatas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN Arcilas			
	CONTENIDO EN FINOS (%)	LÍMITES DE ATTERBERG	
	0.08	LL	IP
VALOR MÍNIMO	62.11	26.24	9.57
VALOR MÁXIMO	98.01	41.91	17.67
VALOR MEDIO	80.06	34.07	13.62

Esta unidad se define, según la clasificación USCS, de la siguiente manera:

- 100%: CL Arcillas y arcillas arenosas inorgánicas de baja plasticidad.

Características resistentes

Los valores de N_{30} para esta unidad son los siguientes:

DATOS DE ENSAYOS SPT arcillas	N_{30}
S-1 (3.20-6.20 m)	R
S-1 (7.90-10.40 m)	R
S-2 (5.00-10.30 m)	R
VALOR MÍNIMO	R
VALOR MÁXIMO	R
VALOR MEDIO	R

En función de estos resultados, puede decirse que estos materiales registran una consistencia dura en el S-2 y blanda en el S-1 hasta los 5.00 m pasando a dura hacia el muro de la serie en este sondeo.

Resistencia

Se ha realizado tres ensayos triaxiales Cu y ensayos de compresión simple sobre estos materiales, siendo los resultados como sigue:

SONDEO	TRIAXIAL (CU)			
	C (Kg/cm2)	ϕ (º)	C' (Kg/cm2	ϕ' (º)
S-1 8.00-8.45 m	0.26	23.06	0.21	22.96
S-2 7.85-8.20 m	0.26	23.20	0.20	22.74
S-2 9.80-10.30 m	0.24	24.24	0.21	23.85

SONDEO	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
S-1 6.00-6.55 m	36.32*
S-1 8.00-8.45 m	5.78
S-1 9.80-10.20 m	9.66
S-2 7.85-8.20 m	11.76
S-2 9.90-10.30 m	15.42

* Nivel de arenisca

A partir de estos datos, se proponen los siguientes parámetros resistentes del suelo en situación no drenada (ángulo de rozamiento interno y cohesión en tensiones totales, que responden a una situación a corto plazo) y en situación de drenaje (ángulo de rozamiento interno y cohesión en tensiones efectivas, que responden a una situación a largo plazo).

$\gamma = 1.99$ g/cm^3

$c' = 0.21$ Kg/cm^2 (cohesión efectiva)

$\phi' = 23.0^o$ (ángulo de rozamiento interno efectivo)

$c = 0.25$ Kg/cm^2 (cohesión total)

$\phi = 23^o$ (ángulo de rozamiento interno efectivo)

Compresión simple = 9.66-15.42 kg/cm²

Características de deformabilidad

El módulo de deformación para esta unidad se calcula mediante las formulaciones propuestas por Schertmann, a partir del valor N_{SPT}, para la zona del S-1 hasta los 5.00 m de profundidad, estimándose un módulo de deformación de 25 Kg/cm^2.

Se han realizado dos ensayos edométricos para el resto de la unidad, que aportan los siguientes módulos:

SONDEO	MÓDULO EDOMÉTRICO (Kg/cm^2)
S-1 6.00-6.55 m	689.5*
S-2 7.85-8.20 m	60.00

* Nivel de areniscas

Los ensayos de hinchamiento Lambe, arrojan los siguientes resultados:

Características de Deformabilidad de la unidad Terciario	
MUESTRA	CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN
S-1 4.00 m	NO CRÍTICO
S-2 6.00 m	NO CRÍTICO

Caracterización hidrológica

Desde el punto de vista hidrogeológico, puede decirse que la unidad registra una permeabilidad baja.

Excavabilidad

Todos los materiales que componen la Unidad I son excavables mediante medios mecánicos convencionales.

Compactación

Realizado el ensayo de próctor modificado:

Densidad máxima= 1.97-2.03 gr/cm³

Humedad óptima = 9.80-11.50

Características químicas

Carbonatos = 43.01-49.88 %

3.4 Agresividad

Para determinar el potencial de agresividad que puede presentar el suelo o el agua natural que se encuentra en el subsuelo se han realizado diferentes análisis químicos, 6 sulfatos solubles en muestras de suelos.

SONDEOS

			GRADO DE AGRESIVIDAD CONTENIDO EN SULFATOS		
PROCEDENCIA	COTA (m)	SULFATOS (mg/kg)	DEBIL	MEDIO	FUERTE
S-1	4.00-4.07	575.2	2000-6000	6000-12000	> 12000
S-2	2.00-2.45	592.2			
S-2	4.00-4.45	856.4			
C-1	2.00	525.72			
C-2	1.80	530.64			
C-3	1.80	530.42			
C-4	3.50	402.64			
C-5	2.10	470.81			
C-6	2.00	1029.44			

En base a los resultados obtenidos no se han detectado sulfatos en concentraciones suficientes como para determinar un grado de agresividad.

Las aguas tampoco presentan grado de agresividad alguno según especificaciones de la EHE.

En base a estos valores suelos y agua son NO AGRESIVOS.

3.5 Expansividad

El grado de expansividad de los materiales existentes en la zona de estudio es nulo.

5.- CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES

En este apartado se relacionan las características básicas y más idóneas que deben tener los materiales a emplear para el núcleo y los espaldones, siguiendo las indicaciones básicas del pliego de de cláusulas administrativas, técnicas y económicas REF.:TEC0002615 y el pliego de exigencia de materiales aportado por el peticionario.

Así mismo, se ha añadido la influencia que las distintas características geotécnicas pueden tener en el comportamiento de los materiales

En la tabla siguiente se indican algunas propiedades de los suelos según la clasificación USCS.

NOMBRES DE GRUPOS DE SUELOS	SÍMBOLOS DE GRUPO	PROPIEDADES IMPORTANTES			TRABAJABILIDAD COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
		Permeabilidad compactado	Resistencia al corte compactado y saturado	Compresibilidad, compactado y saturado	
Gravas bien graduadas, mezclas arena-grava, pocos o ningún fino	GW	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente
Gravas mal graduadas, mezclas arena-grava, pocos o ningún fino	GP	Muy permeable	Buena	Despreciable	Buena
Gravas limosas, mezclas de limo, arena y grava mal graduada	GM	Semipermeable a impermeable	Buena	Despreciable	Buena
Gravas arcillosas mezclas de arcilla, arena y grava mal graduada	GC	Impermeable	Buena a media	Muy baja	Buena
Arenas bien graduadas, arenas gravelosas, pocos o ningún fino	SW	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente
Arenas mal graduadas, arenas gravelosas, pocos o ningún fino	SP	Permeable	Buena	Muy baja	Mediana
Arenas limosas, mezclas de limo y arena mal graduada	SM	Semipermeable a impermeable	Buena	Baja	Mediana
Arenas arcillosas, mezclas de arcilla y arena mal graduada	SC	Impermeable	Buena	Baja	Buena
Limos inorgánicos y arenas muy finas, arenas finas arcillosas o limosas con baja plasticidad	ML	Semipermeable a impermeable	Mediana	Media	Mediana
Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravelosas, arcillas arenosas, arcillas limosas	CL	Impermeable	Mediana	Media	Buena a mediana
Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	OL	Semipermeable a impermeable	Mala	Media	Mediana
Limos inorgánicos, suelos arenosos o limosos finos micáceos	MH	Semipermeable a impermeable	Mediana a mala	Alta	Baja
Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	CH	Impermeable	Mala	Alta	Baja
Arcillas orgánicas de plasticidad media o alta	OH	Impermeable	Baja	Alta	Baja
Turba y suelos muy orgánicos	PT	-	-	-	

CONES, s.a. CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

5.1.- MATERIALES PARA NÚCLEOS

Granulometría y plasticidad

Las tierras que se empleen **no deberán contener elementos pétreos cuyo tamaño exceda de 12 cm.** Y **su granulometría deberá ser lo más regular y continua posible,** cumpliendo la condición de **que el material pasante por el tamiz número 200 (A.S.T.M.)** sea, como **mínimo el 40 %** del peso total.

En cuanto a su **plasticidad**, el material pasante por el tamiz número 40 (A.S.T.M.) deberá tener un límite líquido **LL < 35** con un índice de plasticidad **IP ≤ 7.** O bien, cuando el Director de las obras lo autorice previamente, $35 \leq LL \leq 65$ con IP = 0.6 x LL - 9

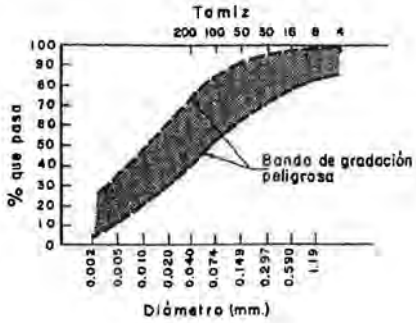
En general las granulometrías más extendidas dan lugar a rellenos más resistentes, menos deformables y más impermeables.

Las arcillas plásticas resisten mejor que los limos la erosión del agua en caso de agrietamiento. Aunque las primeras pueden favorecer el mantenimiento de la fisura, mientras que los limos sin plasticidad se saturan con mayor rapidez, tendiendo a caer y cerrar la fisura.

Los limosos con poca plasticidad tienen más resistencia que las arcillas plásticas, aunque disminuye la impermeabilidad.

En núcleos arcillosos con arcillas plásticas con IP>25 y LL>50 se pueden plantear problemas de fisuración al perder humedad.

La granulometría y plasticidad del material influyen en la posibilidad de fisuración. En la siguiente figura se muestra el huso granulométrico de materiales particularmente susceptible a la fisuración.



Las arcillas de baja plasticidad (IP<15) que están dentro del huso son más propensas a la fisuración cuando se compactan en seco, que otras más finas o gruesas que quedan fuera del huso. Sin embargo las arcillas de alta plasticidad (IP>20) más finas y externas al huso pueden soportar deformaciones muy grandes sin figurarse.

Compactación

La **densidad seca máxima** en el ensayo de **compactación normal** será, como **mínimo, del 1,60 gr/cm³**. Solamente podrán emplearse tierras de densidad inferior cuando lo autorice previamente el Director de las obras.

Las arcillas son muy sensibles a los cambios en contenido de humedad, lo que obliga a ser muy exigentes en el control de la ejecución, ya que se pueden producir problemas de fisuración.

La humedad a la hora de compactar es un aspecto influyente en la fisuración, ya que se ha observado que la mayor parte de presas con problemas de fisuración se compactaron con bajo contenido en agua (hasta 5% por debajo de la humedad óptima).

Contenido en sustancias nocivas

Los materiales no deberán sobrepasar los porcentajes en peso que a continuación se especifican:

Contenido en **sales solubles < 1,0 %**

Contenido en **yeso < 5,0 %**

Contenido en **sulfatos < 3,0 %**

Contenido en **carbonatos**, expresado en porcentaje de CO3 < **20,0 %**

Contenido de **materia orgánica < 0,5 %** en peso de suelo seco, por lo que se eliminará previamente la capa de tierra orgánica en todo el área donde hayan de ser extraídos.

Asimismo dichos materiales estarán exentos de restos vegetales de cualquier tamaño (troncos de árboles, ramas, etc.), así como los detritos producidos por actividades humanas (chatarrra, plásticos, vidrios,etc.).

Resistencia

La resistencia de los materiales a emplear en la construcción del núcleo se define por el **ángulo de rozamiento interno y la cohesión efectivos**, obtenidos en ensayos sobre muestras compactadas al 95% de la densidad máxima del ensayo Próctor Normal y con humedad óptima, y saturadas por aplicación de presión neutra en los poros.

Dispersividad

Se utilizarán materiales caracterizados como **no dispersivos**, mediante el ensayo de dispersividad **"Pin-Hole".**

La Dispersividad suele estar asociada a la presencia de sales de sodio en el agua intersticial.

Hinchamiento

Para evaluar cualitativamente un aumento de volumen del material puesto en obra, se realizarán ensayos de hinchamiento **Lambe**, debiendo clasificarse los resultados como **No Crítico**

Permeabilidad

Los materiales que se empleen en la construcción de núcleos impermeables deberán reunir las condiciones anteriores y tener además, un **coeficiente de permeabilidad: $k < 10^{-5}$ cm./seg.**

5.2.- MATERIALES PARA ESPALDONES

Granulometría

El material que se empleará en la construcción del espaldón de la presa tendrá una granulometría tal que cumpla las siguientes especificaciones:

El tamaño máximo, $D_{máx}$ no debe superar 2/3 del espesor de tongada

Porcentaje máximo en peso **de tamaños menores de 0,080 mm no debe ser superior al 25,0 %**

El Director determinará, en base a los resultados de los terraplenes de prueba, o de la ejecución del relleno en sus primeras tongadas, el porcentaje máximo de elementos cuyo tamaño esté comprendido entre 3/4 del tamaño máximo y el tamaño mínimo.

El Director podrá autorizar la presencia en el relleno de piedras aisladas que superen el tamaño máximo, siempre y cuando su peso individual no exceda los 7/5 de aquél. El contenido de estas piedras no podrá exceder el cinco por ciento (5%) del volumen total de la tongada y se deberá asegurar que su colocación permite la compactación a su alrededor y que no quedan huecos debajo de ellos.

Cuando el contenido en finos es superior al 10 % y tienen plasticidad, afecta de forma notable a la humedad de compactación.

Las granulometrías bien gradadas son más resistentes que las uniformes, y contenidos en finos superiores al 25-30 % puede dar lugar a grandes caídas en las propiedades resistentes.

Contenido en sustancias nocivas

Se entienden por sustancias nocivas todas aquellas cuya presencia en cantidades suficientes modifica las características de resistencia, permeabilidad, o cualquier otro parámetro del material a utilizar.

Los materiales a emplear para la construcción del espaldón de la presa tendrán unos contenidos en sustancias nocivas que no sobrepasarán los porcentajes en peso que a continuación se especifican.

Contenido en **Sales solubles < 1,0 %**

Contenido en **materia orgánica (M.O.) < 2,0 %**

Los materiales a emplear para la construcción del espaldón de la presa estarán exentos de restos vegetales de cualquier tamaño (troncos de árboles, ramas, etc.), así como de detritos producidos por actividades humanas (chatarra, plásticos, vidrios, etc.).

Resistencia

La resistencia de los materiales a emplear en la construcción del espaldón de la presa se define por el **ángulo de rozamiento interno efectivo**.

CONES, S.A. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

7.- VALORACIÓN DE LOS PRÉSTAMOS

En este apartado se hace una valoración de los préstamos propuestos basándose en las siguientes características y puntuaciones:

Idoneidad del material: Hace referencia a la calidad del material para su empleo en la medida que cumple las características exigidas, ya sea como núcleo o como espaldones. La valoración se hace de 1 a 10, siendo los menores valores para materiales menos idóneos y aumentando a medida que los materiales mejor cumplen las exigencias del pliego.

Reservas: Se refiere a la cantidad de material utilizable en el préstamo. La valoración es de 1 a 5, siendo los valores más bajos para menores reservas y aumentando la valoración con la cantidad de material utilizable.

Explotación: Se refiere a la facilidad o dificultad del préstamo para realizar su explotación, ya sea por motivos de dureza del material y problemas que puedan existir. Se valorará con valores comprendidos de 1 a 5. Los mayores valores serán para los préstamos que presenten mayor facilidad para su explotación.

Accesos: Se valora la facilidad para acceder a la zona de préstamo, teniendo en cuenta que deberá hacer con maquinaria pesada y camiones, así como posibles soluciones para facilitar el acceso. La valoración será entre 1 y 5. Los mayores valores se reservan para las zonas con más fácil acceso, siendo los menores para aquellas que presentan mayores dificultad.

Distancia a la obra: Se tiene en cuenta la distancia desde la zona de préstamo a la ubicación del posible dique, medida en kilómetros por las carreteras que existen actualmente. Los valores variarán entre 1 y 5, valorándose con más puntuación cuanto menor sea la distancia.

Impacto ambiental: Se consideran las afecciones ambientales que tendrá la explotación del préstamo, tanto en el entorno de éste, como el efecto de la obras de acceso y transporte del material. La puntuación variará entre 1 y 5. Cuanto mayor sea la afección ambiental menor será la valoración.

En la siguiente tabla se puede ver la valoración de cada préstamo en cada uno de los aspectos tenidos en cuenta y su puntuación final, siendo los que se consideran más adecuados aquellos que tienen mayor puntuación.

Préstamo	Utilización	Idoneidad	Reservas	Explotación	Accesos	Distancia	Impacto ambiental	Puntuación Final
UNIDAD I	Espaldón	8*	2	4	5	5	4	28
UNIDAD II	Núcleo	8*	4	4	5	5	4	30

* Salvo por Contenido en carbonatos

En Madrid, a 26 de diciembre de 2011

P.A.

FDO.: AIDA NISTAL TERRÓN
Lcda. C. Geológicas

FDO.: Mª LUISA SÁNCHEZ RUBIO
Lcda. C. Geológicas

6.- PRÉSTAMOS

En este apartado se resumen las principales características de aquellas zonas que se consideran aptas para su empleo en la construcción del dique, separándose en préstamos para materiales de núcleo y espaldones, basándonos en las características exigidas que se han relacionado en el apartado anterior.

Debido a las características geológicas y genéticas de la zona, la presencia de carbonatos es generalizada en todas las unidades geológicas, por lo que no se han rechazado materiales por este motivo, ya que si no la balsa no sería viable.

6.1.- PRÉSTAMOS PARA ESPALDONES

6.1.1.- UNIDAD I

La zona pertenece al vaso de la balsa. Los materiales a explotar son unas arenas gravoas cuarcíticas redondeadas con tamaños de 2 a 6 cm con matriz arenosa de color marrón.

Tienen un contenido en finos (% que pasa por el tamiz 0,080 mm) inferior al 12 % y carecen de plasticidad o la misma es baja. La densidad optima media en el ensayo próctor modificado es de 2,18 gr/cm^3 con una humedad de 7 %, siendo la natural entorno a 3.0 %.

El contenido en sustancias nocivas es despreciable, con valores inferiores a 0,5 % salvo los carbonatos que prresentan concentraciones elevadas superiores al 40%.

Es un material apto para su empleo en la construcción de los **espaldones**.

Estas gravas cumplen perfectamente con las especificaciones requeridas. Aparecen en sondeos y calicatas con espesores que varían de 1.00 a 4.50 m, sienco el espesor más representativo entorno a los 3.00 m.

Para su explotación se podrán utilizar métodos convencionales, principalmente máquinas excavadoras.

El acceso es bastante bueno por carretera.

Al estar dentro del vaso de la balsa el impacto ambiental quedaría muy minimizado, ya que no es necesaria la tala de ningún tipo de árbol.

6.2.- PRÉSTAMOS PARA NÚCLEO

6.2.1.- UNIDAD II

El préstamo se sitúa igualmente en el vaso de la balsa. Los materiales están formacos por arcillas y limos en general de baja plasticidad y tonos marrones y rojizos. En general los carbonatos aparecen en todo el préstamo.

Son materiales con contenido en finos generalmente bastante superior al 40 %, en todas las muestras ensayadas. Son suelos poco plásticos, con L.L , con máximo de 34, e I.P. que suelen presentar valores inferiores a 20 en todos los casos siendo el valor más representativo en torno a 14. No son de esperar problemas de fisuración al perder humedad.

En cuanto a sustancias nocivas, tienen valores despreciables excepto el contenido en carbonatos que como valor medio es de 46 %, siendo en todas las muestras analizadas muy superiores al 20 %.

Las densidades máximas en el ensayo próctor normal son superiores a 1,60 gr/cm^3, con valores que rondan el 2.00 gr/cm^3.

Las arcillas no son dispersivas según el ensayo Pin-hole, que da resultados ND-1.

No presentan problemas de expansividad ni colapso.

Son materiales bastante impermeables, con un valor máximo de 2,362 10^{-6} y medio de 1.262 10^{-6}.

Son materiales aptos para **núcleo** de la balsa, aunque presentan principalmente problemas de contenido elevado en carbonatos.

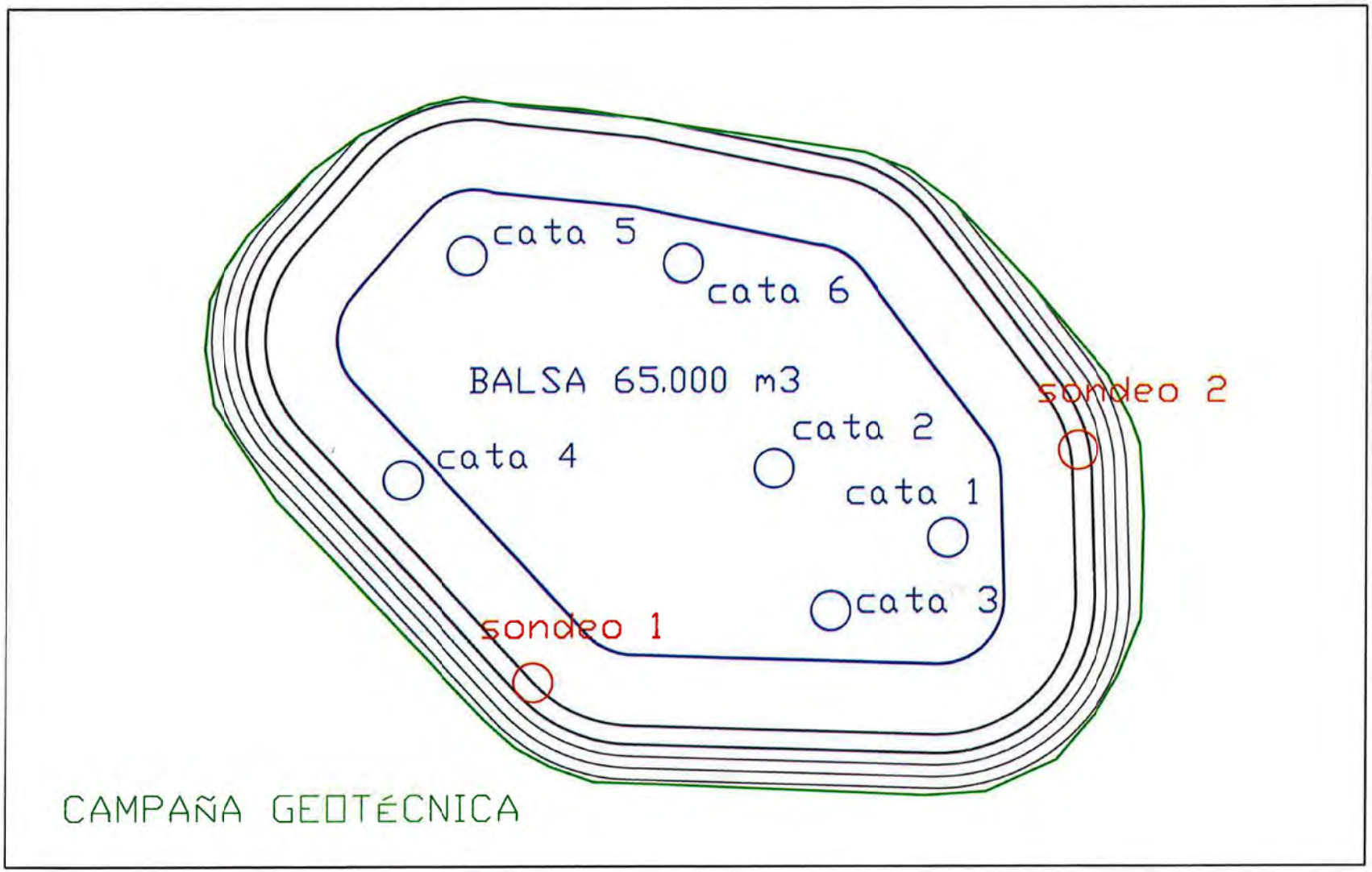
La explotación en general será bastante sencilla con máquinas excavadoras. Como excepción puede ser necesario el empleo de tractores escarificadores para aquello sustrato más carbonatos y de mayor potencia que se presentan como costras.

Los accesos son bastante buenos. El impacto ambiental principal sería la ubicación del suelo desechable, la eliminación de arboleda y el paso por poblaciones en el transporte del material.

ANEJOS

A. PLANOS

CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

B. COLUMNAS DE SONDEOS

CONES, s.a.

Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

EXPEDIENTE:	3593-11/11	COORDENADAS X:	MAQUINARIA:TP-50
PETICIONARIO:	TRAGSATEC	Y:	SONDISTA: IVAN GÓMEZ
OBRA:	BALSA 3, T.M. DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	Z:	

SONDEO S-1
Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Corte geológico	Descripción del terreno
0		0.00-0.50 m TERRENO VEGETAL
1		0.50-3.20 CUATERNARIO 1.80-3.40 m : NIVEL I SC Arenas gravosas de baja plasticidad . .COMPACIDAD: MEDIA
2		
3		3.20-10.40 TERCIARIO NIVEL II 3.20-6.20m: limoarcillas en disposición caótica con cantos envueltos en una matriz arcillosa rojiza. CONSISTENCIA: DURA
4		
5		
6		6.20-7.90 m: Areniscas
7		
8		7.90-10.40 Limoarcillas rojizas de baja plasticidad.
9		
10		

Muestra		Ensayos de estado			Ensayos de identificación							Ensayos de resistencia					Ensayos de expansividad					Ensayos químicos				Observaciones
					Granulometría				Límites de Atterberg				Triaxial		Corte directo											
Tipo	N	Humedad (%)	Densidad aparente (gr/cm³)	Densidad seca (gr/cm³)	# 5	# 2	# 0.4	# 0.08	LL	LP	IP	Compresión simple (kg/cm²)	Ø (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Colapso (%)	H libre (%)	P.hinch. (kg/cm²)	Lambe	Edómetro (%)	Sulfatos (mg/kg)	Carbonatos (%)	Materia orgánica (%)	Cont. yesos (%)	
2.00																										
S.P.T	11-9-12	64.00	2.33	1.95	70.78	59.40	42.25	24.13	NP	NP	NP															
2.45																										
4.00																										
4.07 S.P.T	R	9.32	2. 23	4.90	97.85	96.83	95.89	93.09	32.79	20.39	12.41										575.2					
6.00																										
T.P.		8.35	2.45	2.26	98.39	96.81	96.18	84.15				36.32														
6.55																										
8.00																										
T.P.		14.17	2.21	1.94	99.70	98.81	97.73	95.48	40.00	23.46	15.54	5.78														
8.45																										
9.80																										
T.P.		7.54	2.39	2.22	91.34	89.37	87.09	65.95				9.66														
10.20																										

Muestras		Golpeo (N)
S	Ensayo SPT	en SPT: Golpes/30 cm
MI	Muestra inalterada a hinca	en MI: Golpes/15 cm
TP	Testigo parafinado	R= Rechazo
TR	Testigo de roca	
PT	Puntaza tiega	

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

EXPEDIENTE:	3593-11/11	COORDENADAS X:	MAQUINARIA:TP-50
PETICIONARIO:	TRAGSATEC	Y:	SONDISTA: IVAN GÓMEZ
OBRA:	BALSA 3, T.M. DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	Z:	

SONDEO S-2
Hoja 1 de 1

RECUPERACIÓN RQD 20 40 60 80	NIVEL FREÁTICO	PROFUNDIDAD (m) MANIOBRAS	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA TIPO	MUESTRA N	ENSAYOS DE ESTADO Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN GRANULOMETRÍA #5	#2	#0.4	#0.08	LIMITES DE ATTERBERG LL	LP	IP	ENSAYOS DE RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE (kg/cm²)	TRIAXIAL Ø (kg/cm²)	TRIAXIAL C (kg/cm²)	CORTE DIRECTO Ø (kg/cm²)	CORTE DIRECTO C (kg/cm²)	ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD COLAPSO (%)	H.LIBRE (%)	P.HINCH. (kg/cm²)	LAMBE	EDOMETRO (°)	ENSAYOS QUÍMICOS SULFATOS (mg/kg)	CARBONATOS (%)	MATERIA ORGANICA (%)	CONT. YESOS (%)	OBSERVACIONES
		0		0.00-0.50 m TERRENO VEGETAL																											
		1		0.50-5.00 CUATERNARIO 0.50-5.00 m : NIVEL I SC Arenas gravosas de baja plasticidad .																											
		2		.COMPACIDAD: MEDIA	2.00 S.P.T 2.45	9-7-8	3.85	2.34	1.96	72.46	59.20	37.60	21.42	NP	NP	NP										592.2					
		3																													
		4		COMPACIDAD: MEDIA	4.00 S.P.T 4.45	12-13-15	2.25	2.37	1.98	71.90	60.38	35.86	17.51	NP'	NP	NP										856.4					
		5		5.00-10.30 TERCIARIO NIVEL II 5.00-10.30 m: limoarcillas de color rojizo. CONSISTENCIA: DURA																											
		6			6.00 S.P.T 6.14	R	11.14	2.26	1.92	92.96	90.49	88.51	87.59	41.91	24.24	17.67															
		7																													
		8			7.85 T.P. 8.20		7.94	2.33	2.16	90.91	87.51	85.88	71.57				11.76														
		9																													
		10			9.90 T.P. 10.30		8.37	2.31	2.14	100.0	99.70	95.06	40.83				15.42														

MUESTRAS		GOLPEO (N)
S	Ensayo SPT	en SPT: Golpes/30 cm
MI	Muestra inalterada a hinca	en MI: Golpes/15 cm
TP	Testigo parafinado	R= Rechazo
TR	Testigo de roca	
PT	Puntaza ciega	

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 8152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

C. CALICATAS

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m):	4. 40 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 1
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	Profundidad de inicio de la capa	Colores capas: Dentro (*)	Colores capas: Alrededores	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático	MUESTRA	RESISTENCIA A LA EXCAVACIÓN: Bajo	Medio	Alta	Muy excavable	GRADO ESTABILIDAD PAREDES: Estable	Estable con tendencia al desmoronamiento	Desprotegido	Fisurado	Fisurado con tendencia al desmoronamiento	Desprotegido	FILTRACIONES: Seco	Goteo	Goteo con tendencia a aumentar	Filtración	Filtración con tendencia a aumentar	Flujo	ENSAYOS "in situ": Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	CaCO3 (reacción ácido)
0					0.00-0.30 m. Terreno vegetal																				
1					0.30-4.40 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media																				
2							⧗																		
3																									
4																									

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS DE ESTADO: Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN: GRANULOMETRÍA: # 5	# 2	# 0.4	#0.08	LÍMITES DE ATTERBERG: LL	LP	IP	PRÓCTOR NORMAL: Densidad (g/cm³)	Humedad óptima (%)	PRÓCTOR MODIFICADO: Densidad (g/cm³)	Humedad óptima (%)	ÍNDICE CBR: Índice CBR 100%	Índice CBR 95%	Hinchamiento (%)
2	3.33			54.5	44.4	20.8	5.9	N.P	N.P	N.P'			2.18	6.9			

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD: Colapso (kg/cm²)	Hinchamiento libre (%)	Presión hinchamiento (kg/cm²)	LAMBE	EDÓMETRO: Pp	Cc	Cs	ENSAYOS QUÍMICOS: Sulfatos (mg/kg)	Carbonatos (%)	Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Contenido en yesos (%)	CLASIFICACIÓN: USCS	PG3	HRB: Grupo	Índice de grupo
2								528	44.6	0.06	0.13			Selec.		

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m) :	3.50 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 2
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	ENSAYOS DE ESTADO: Humedad (%)	Densidad aparente (gr/cm³)	Densidad seca (gr/cm³)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN: GRANULOMETRÍA # 5	# 2	# 0.4	#0.08	LÍMITES DE ATTERBERG: LL	LP	IP	PRÓCTOR NORMAL: DENSIDAD (gr/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	PRÓCTOR MODIFICADO: DENSIDAD (gr/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	ÍNDICE CBR	ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD: COLAPSO (kg/cm²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	PRESIÓN HINCHAMIENTO (kg/cm²)	LAMBE	EDÓMETRO: Pp	Cc	Cs	ENSAYOS QUÍMICOS: SULFATOS (mg/kg)	CARBONATOS (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	SALES SOLUBLES (%)	CONTENIDO EN YESOS (%)	CLASIFICACIÓN: USCS	PG3	HRB: GRUPO	ÍNDICE DE GRUPO
0	0.00-0.40 m. Terreno vegetal																																	
1	0.40-3.50 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media	▼	3.61			49.8	46.3	22.1	8.95	NP	NP	NP			2.19	6.4									530.6	43.3	0.09	0.00			Selec.			
2																																		
3																																		
4																																		

MUESTRAS
- Muestra alterada
- Nivel freático

OBSERVACIONES
Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m) :	4. 00 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 3
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	RESISTENCIA A LA EXCAVACIÓN: Baja	Media	Alta	GRADO ESTABILIDAD PAREDES: Estable	FILTRACIONES: Seco	ENSAYOS "in situ": $CaCO_3$	ENSAYOS DE ESTADO: Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN – GRANULOMETRÍA: # 5	# 2	# 0.4	#0.08	LÍMITES DE ATTERBERG: LL	LP	IP	PRÓCTOR NORMAL: DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	PRÓCTOR MODIFICADO: DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	ÍNDICE CBR	ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD: COLAPSO (kg/cm²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	PRESIÓN HINCHAMIENTO (kg/cm²)	LAMBE	EDÓMETRO: Pp	Cc	Cs	ENSAYOS QUÍMICOS: SULFATOS (mg/kg)	CARBONATOS (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	SULFAT SOLUBLES (%)	CONTENIDO EN YESOS (%)	CLASIFICACIÓN: USCS	PG3	HRB: GRUPO	INDICE DE GRUPO
0	0.00-0.40 m. Terreno vegetal																																									
1	0.40-4.00 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media																																									
2									3.18			41.2	33.2	19.7	7.85	NP	NP	NP			2.25	5.80										530.6	48.1	0.01	0.11			Adec.	
3																																										
4																																										

MUESTRAS

- Muestra alterada
- Nivel freático

OBSERVACIONES

Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m):	4. 20 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 4
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	Humedad (%)	Densidad aparente (gr/cm³)	Densidad seca (gr/cm³)	# 5	# 2	# 0.4	#0.08	LL	LP	IP	DENSIDAD (gr/cm³)	COLAPSO (kg/cm²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	Pp	Cc	Cs	SULFATOS (mg/kg)	CARBONATOS (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	SALES SOLUBLES (%)	CONTENIDO EN YESOS (%)	USCS	PG3
0	0.00-0.40 m. Terreno vegetal																								
1	0.40-3.20 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media																								
2																									
3																									
4	3.20-4.20 m. Terciario-Nivel II. CL.Limoarcillas de baja plasticidad. Consitencia dura		3.50			96.0	94.4	90.2	62.1	26.2	16.7	9.6	2.03	0.09	0.18				402.	643.01	0.09	0.19	0.08		

MUESTRAS

- Muestra alterada
- Nivel freático

OBSERVACIONES

Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m):	3.50 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 5
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	# 5	# 2	# 0.4	#0.08	LL	LP	IP	Densidad (g/cm³)	Humedad óptima (%)	Densidad (g/cm³)	Humedad óptima (%)	Colapso (kg/cm²)	Hinchamiento libre (%)	Presión hinchamiento (kg/cm²)	Pp	Cc	Cs	Sulfatos (mg/kg)	Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	USCS	PG3
0 – 0.60	0.00-0.60 m. Terreno vegetal																										
0.60 – 3.50	0.60-3.50 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásicas. Compacidad media	■	1.50			54.8	46.3	34	21.7	26.2	16.7	9.6			2.11	7.5							470	24	0.07	0.18		Selec.

MUESTRAS
- ■ Muestra alterada
- Nivel freático

OBSERVACIONES
Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, S.A. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m) :	3.50 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 6
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	# 5	# 2	# 0.4	#0.08	LL	LP	IP	Pp	Cc	Cs	Sulfatos (mg/kg)	Carbonatos (%)	Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Contenido en yesos (%)	USCS	PG3
0	0.00-0.40 m.Terreno vegetal																					
1	0.40-1.20 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media																					
2	1.20-3.50 m. Terciario-Nivel II. CL.Limoarcillas de baja plasticidad. Consitencia dura	☒	11.54			99.7	99.2	98.7	98.0	37.6	21.8	15.9				0.09	0.01	0.24			1029.4	49.8	0.03	0.56	0.24		Toler.
3																						
4																						

MUESTRAS
☒ Muestra alterada
Nivel freático

OBSERVACIONES
Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

D. ENSAYOS DE LABORATORIO

D.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

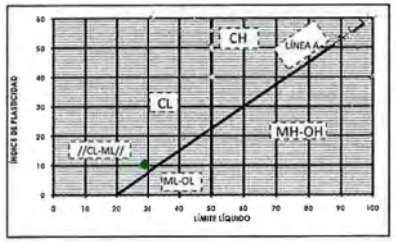
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO NO PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO NO PLÁSTICO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD NO PLÁSTICO

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	83,23	16,77
5	70,78	29,22
2	59,40	40,60
0,40	42,25	57,75
0,08	24,13	75,87

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 4,00

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	16,77
ARENAS	59,10
FINOS	24,13

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf: 91 6152199 Fax: 91 6152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA		PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)		TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**		**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1	2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,33

Densidad seca (gr/cm^3)	1,95

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA		PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)		TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**		**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1	2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	4,00

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	99,00	1,00
5	97,85	2,15
2	96,83	3,17
0,40	95,89	4,11
0,08	93,09	6,91

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 9,32

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	1,00
ARENAS	7,90
FINOS	93,09

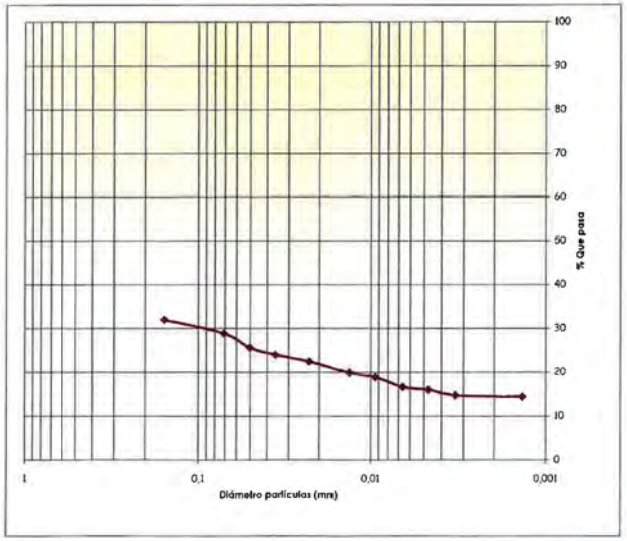
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA Nº 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN. (UNE 103 102)

Masa suelo seco ensayada (g): 50,015

Tiempo (min.)	Diametro equivalente D(mm)	% masa que pasa por D. K(%)
0	0,1548	31,90
0,5	0,0705	28,71
1	0,0499	25,52
2	0,0356	23,92
5	0,0227	22,33
15	0,0131	19,77
30	0,0094	18,82
60	0,0066	16,59
120	0,0047	15,95
240	0,0033	14,67
1440	0,0014	14,35



CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tfn: 91 6152399 Fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	9,32

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

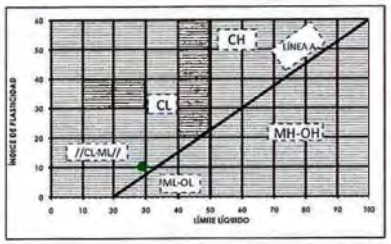
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO 32,79

LÍMITE PLÁSTICO 20,39

ÍNDICE DE PLASTICIDAD 12,41

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	27	23
% HUMEDAD	32,62	32,99
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
20,39		

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6152399 fax 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,23

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	1,90

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

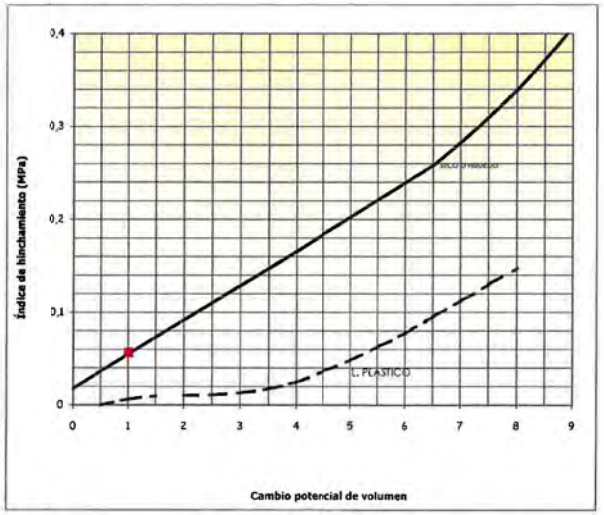
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

Ensayo Expansividad Lambe. UNE 103 600.

Datos del ensayo

Diámetro (mm): 70,00
Altura (mm): 16,00
Tipo de ensayo: seco
Nº Capas: 3
Nº Golpes: 7
Precarga (KN): 4,5
Lectura comparador: 20
Carga (KN): 0,2173

HUMEDAD INICIAL: 0,01%
HUMEDAD FINAL: 32,52%



Índice de Hinchamiento (Mpa) **0,0565** ***Cambio Potencial de Volumen:*** **NO CRÍTICO**

Observaciones:

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanos de Madrid (Madrid)
Tf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
1620-11	S-1 6,20-6,55	DICIEMBRE 2011

Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,14
Altura (cm.):	11,68
Peso humedo total (g.):	1146,00
Área (cm²):	40,04
Volumen (cm³):	467,66
Humedad (%):	8,35
Dens. Seca (g/cm³):	2,262
Dens. Humeda (g/cm³):	2,451

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	36,32
Deformación en la rotura (%):	2,40

Observaciones:

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1620-11	S-1 6,20-6,55 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	100,00	0,00
5	98,39	1,61
2	96,81	3,19
0,40	96,18	3,82
0,08	84,15	15,85

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 8,35

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	0,00
ARENAS	15,85
FINOS	84,15

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1620-11	S-1 6,20-6,55 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,45

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	2,26

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1620-11	S-1 6,20-6,55 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	8,35

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 - 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf.91 8152399 fax.91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 8,00-8,45 m	DICIEMBRE 2011

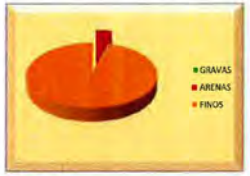
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

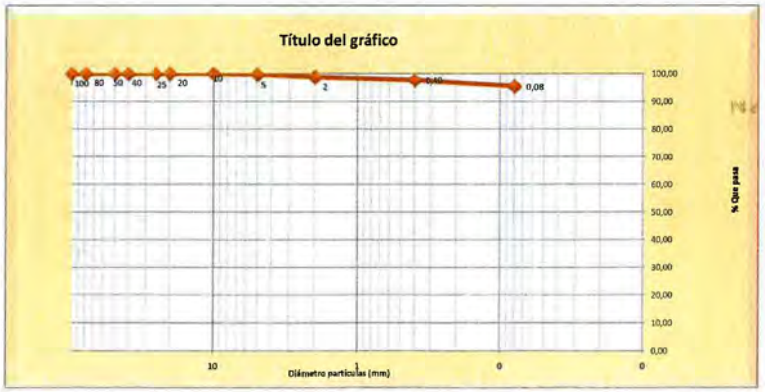
Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	100,00	0,00
5	99,70	0,30
2	98,81	1,19
0,40	97,73	2,27
0,08	95,48	4,52

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 14,17

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	0,00
ARENAS	4,52
FINOS	95,48





CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

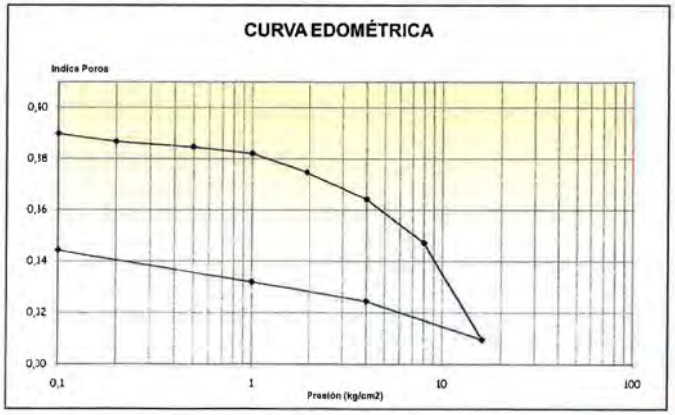
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3, TAMARITE DE LITERA (HUIESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1623-11	SONDEO 1 6,20-6,55	DICIEMBRE 2011

ENSAYO EDÓMETRICO UNE 103 405

DATOS INICIALES:	
Diametro (mm):	5,00
Altura (mm):	2,00
Volumen (cm3):	39,27
Area (cm2):	19,63
Ho.(mm):	20,00
Hs.(mm):	14,41
I.P (e_o) inicial:	0,388
Lectura inicial:	0

	INICIAL	FINAL
P. Especif. (g/cm3):	2,710	2,710
Dens. Seca (g/cm3):	1,953	1,953
Dens. Hum. (g/cm3):	2,208	2,230
Humedad. Wo(%):	13,04	14,20
Grado saturación Sr (%):	91,18	99,29

Pres. (kg/cm2)	Incial de cada escalón. Lo (mm)	Final de cada escalón Lf (mm)	Altura inicial Ho (mm)	Altura de la probeta al final de cada escalón H(mm)	Altura del sólido. Hs (mm)	Índice de poros en cada escalón e
0,1	0,000	0,032	20,00	20,03	14,41	**0,390**
0,2	0,027	-0,012	20,00	19,99	14,41	**0,387**
0,5	-0,006	-0,043	20,00	19,96	14,41	**0,385**
1	-0,038	-0,080	20,00	19,92	14,41	**0,382**
2	-0,094	-0,185	20,00	19,82	14,41	**0,375**
4	-0,173	-0,336	20,00	19,66	14,41	**0,364**
8	-0,400	-0,582	20,00	19,42	14,41	**0,347**
16	-0,604	-1,125	20,00	18,88	14,41	**0,309**
4	-1,125	-0,910	20,00	19,09	14,41	**0,324**
1	-0,910	-0,802	20,00	19,20	14,41	**0,332**
0,1	-0,802	-0,625	20,00	19,38	14,41	**0,344**



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
(1) 91 6152899 fax (1) 6152314 cones@cones.es

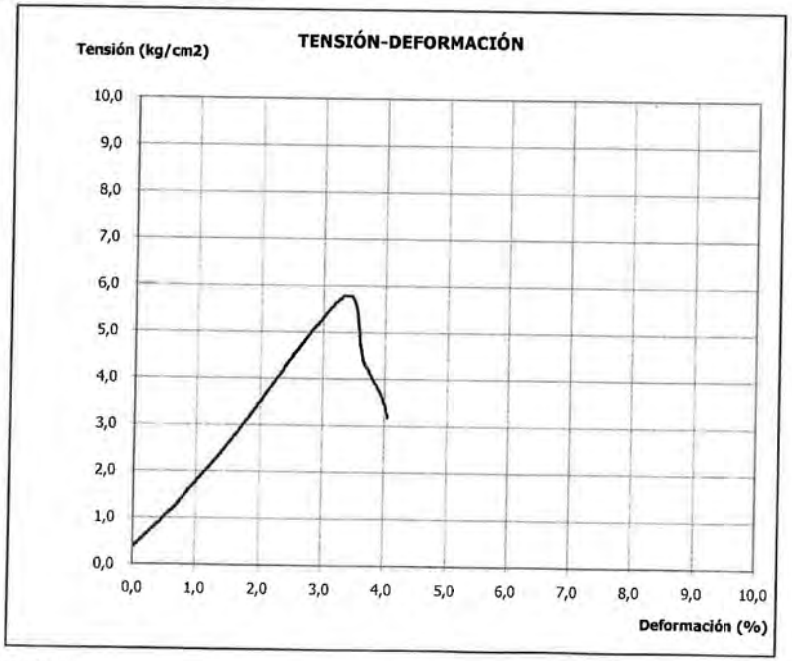
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
	S-1 8,00-8,45	DICIEMBRE 2011

Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,31
Altura (cm.):	12,24
Peso humedo total (g.):	1139,40
Área (cm²):	41,97
Volumen (cm³):	513,70
Humedad (%):	14,17
Dens. Seca (g/cm³):	1,943
Dens. Humeda (g/cm³):	2,218

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	**5,78**
Deformación en la rotura (%):	**3,33**



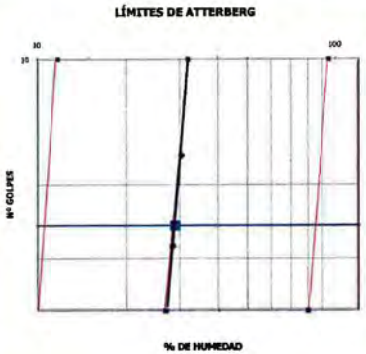
Observaciones:

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

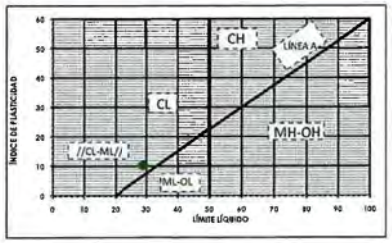
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) D D	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 8,00-8,45 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	40,00
LÍMITE PLÁSTICO	23,46
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16,54



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	29	18
% HUMEDAD	39,08	41,84
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
23,46		

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zona, 1 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tel. 91 6151199 Fax 91 6153314 conones@es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 8,00-8,45 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,22

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	1,94

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 8,00-8,45 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	14,17

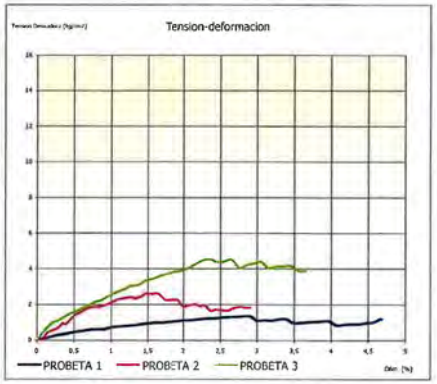
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

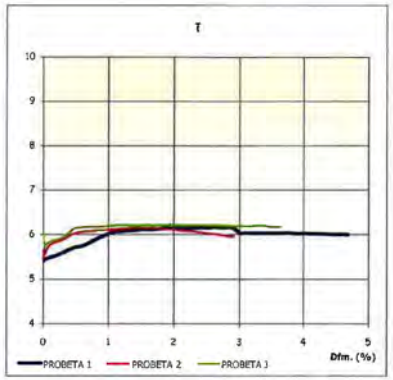
Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 8152399 fax:91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE:	3593/11	PETICIONARIO TRAGSATEC	
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA	FECHA :	Diciembre 2011
SONDEO:	S-1	COTAS:	8,00-8,45

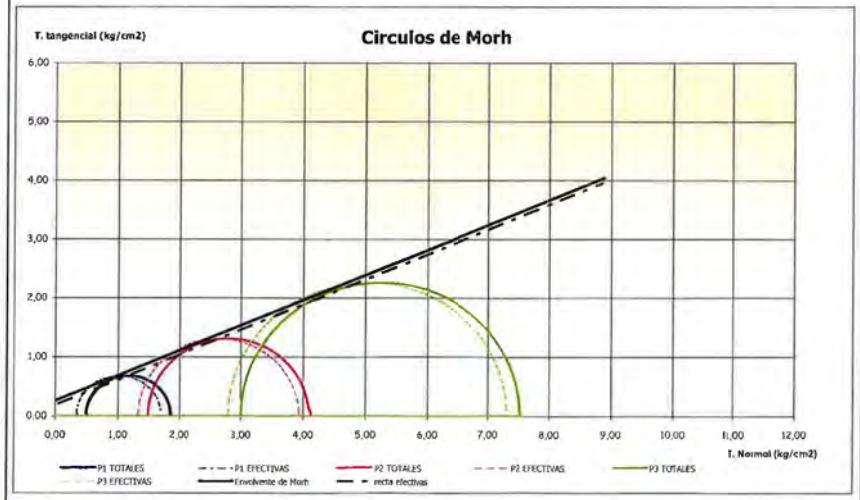
Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)





TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	0,26	Cohesión (kg/cm²):	0,21
Ángulo de rozamiento interno	23,06	Ángulo de rozamiento interno	22,96



CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE:	3593/11	PETICIONARIO: TRAGSATEC	
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA	FECHA :	Diciembre 2011
SONDEO:	S-1	COTAS:	8,00-8,45

Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Humedades y densidades	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**
Altura (cm):	7,60		7,6		7,6	
Diametro (cm):	3,81		3,82		3,8	
Peso probeta (g):	189,00		195,00		191,00	
Densidad seca (g/cm³):	1,92	1,92	1,95	1,95	1,91	1,91
Humedad (%):	13,86	22,29	14,84	22,03	15,93	23,79

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Datos de las probetas	Total	Efectiva	Total	Efectiva	Total	Efectiva
Presión confinamiento σ_3 (kg/cm²):	6,50	0,35	7,50	1,34	9,00	2,79
Presión de cola (kg/cm²):	6,00		6,00		6,00	
Tensión desviadora σ_d (kg/cm²):	1,36	1,36	2,62	2,62	4,52	4,52
Tensión principal σ_1 (kg/cm²)*:	1,86	1,70	4,12	3,96	7,52	7,31
Centro: $(\sigma_1+\sigma_3)/2$:	1,18	1,03	2,81	2,65	5,26	5,05
Radio: $(\sigma_1.\sigma_3)/2$:	0,68	0,68	1,31	1,31	2,26	2,26
Presión intersticial en la rotura U(kg/cm²):	6,15		6,16		6,21	
%Deformación en la rotura:	2,90		1,48		2,36	
Velocidad de rotura:	1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos	

TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	*0,26*	*Cohesión (kg/cm²):*	*0,21*
Ángulo de rozamiento interno	*23,06*	*Ángulo de rozamiento interno*	*22,96*

Observaciones del ensayo:

*Saturación con contrapresión de 6 kg/cm². Las presiones totales se interpretan ya descontada la presión neutra de 6 kg/cm².
Ensayo remoldeado con la humedad de saturación

CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 1 - 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6151398 fax 91 6152314 cones@cones.es

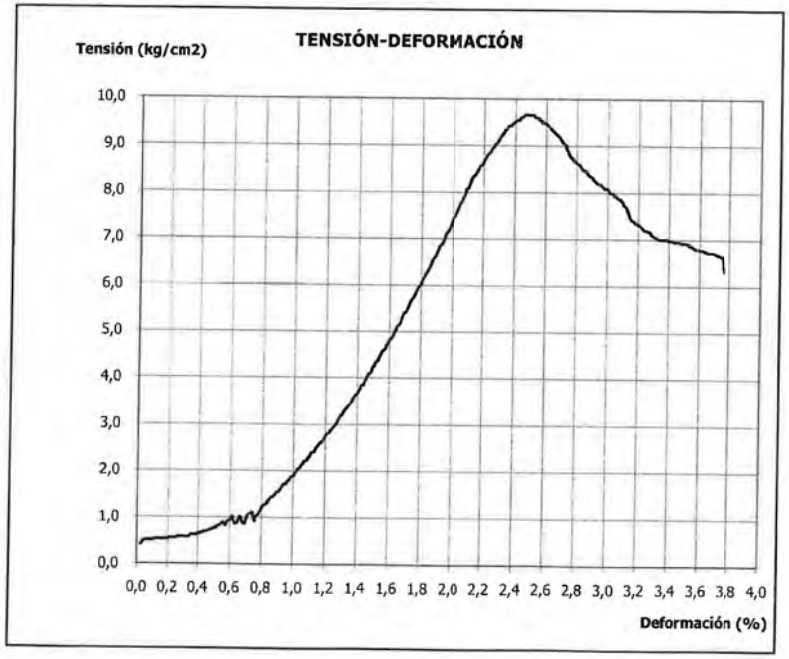
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
	S-1 9,80-10,20	DICIEMBRE 2011

Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,26
Altura (cm.):	12,99
Peso humedo total (g.):	1287,30
Área (cm²):	41,40
Volumen (cm³):	537,74
Humedad (%):	7,54
Dens. Seca (g/cm³):	2,226
Dens. Humeda (g/cm³):	2,394

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	**9,56**
Deformación en la rotura (%):	**2,46**



Observaciones:

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1622-1	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	96,24	3,76
5	91,34	8,66
2	89,37	10,63
0,40	87,08	12,92
0,08	65,95	34,05

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 7,54

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	3,76
ARENAS	37,81
FINOS	65,95

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1624-11	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,31

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	2,14

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1622-1	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	7,54

CONES, S.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

PETICIONARIO	TRAGSATEC
OBRA	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)

HOJA RESUMEN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº	SONDEO	COTAS	TIPO DE MUESTRA	GOLPEO	INTERRUPCIÓN DE LA MUESTRA DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO DE ESTUFA. UNE ISO 3001:1994	Densidad húmeda (gr/cm3)	Densidad seca (gr/cm3)	LÍMITES ATTERBERG UNE 103 103 Y UNE 103 104			GRANULOMETRÍA UNE 103 101								COMPRESIÓN SIMPLE UNE 103 400	TRIAXIAL UNE 103 402					CORTE DIRECTO UNE 103 401					ENSAYOS QUÍMICOS					ISO-HUMEDAD UNE 103 403	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO.	H.I.NORE UNE 103 601	COLAPSO NLT-254	LITOTIPOS
								LL	LP	IP	%PASA 40	%PASA 25	%PASA 20	%PASA 10	%PASA 5	%PASA 2	%PASA 0,40	%PASA 0,08	R.C.S. (kg/cm2)	tipo	Cohesión. Total	Áng. Roz int. Total	Cohesión. Efectivo	Áng. Roz int. Efectivo	tipo	Cohesión. Total	Áng. Roz int. Total	Cohesión. Efectivo	Áng. Roz int. Efectivo	Materia orgánica UNE 103 204	Sales solubles NLT-114	Contenido en yesos NLT-115	CARBONATOS UNE 103 200	SULFATOS. NLT-120	e_0	kg/cm²	N.I. (%)	COL (%)	
1	SONDEO S-1	2,00-2,45	SPT	11-9-12	4,00	2,33	1,95	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	100,00	100,00	100,00	83,23	70,78	59,40	42,25	24,13																					
2		4,00-4,07	SPT	R	9,32	2,23	1,90	32,79	20,39	12,41	100,00	100,00	100,00	99,00	97,85	96,83	95,89	93,09																					
3		6,20-6,55	TP		8,35	2,45	2,26				100,00	100,00	100,00	100,00	98,39	96,81	96,18	84,15	36,32																0,88				
4		8,00-8,45	TP		14,17	2,22	1,94	40,00	23,46	16,54	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	98,81	97,73	95,48	5,78	CU	0,26	23,06	0,21	22,96															
5		9,80-10,20	TP		7,54	2,39	2,22				100,00	100,00	100,00	96,24	91,34	89,37	87,08	65,95	9,66																				

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 2,00 m	DICIEMBRE 2011

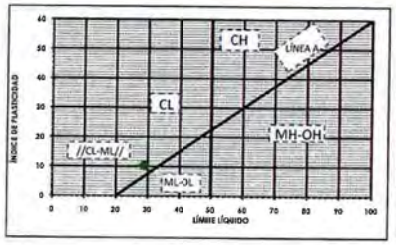
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO NO PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO NO PLÁSTICO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD NO PLÁSTICO

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 2,00 m	DICIEMBRE 2011

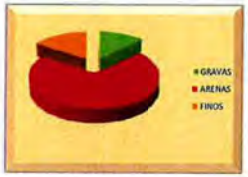
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	82,99	17,01
5	72,46	27,54
2	59,20	40,80
0,40	37,60	62,40
0,08	21,42	78,58

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 3,85

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	17,01
ARENAS	95,59
FINOS	21,42



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,34

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	1,96

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	3,85

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 8152399 fax:91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 4,00 m	DICIEMBRE 2011

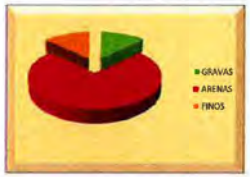
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	83,15	16,85
5	71,90	28,10
2	60,38	39,62
0,40	35,86	64,14
0,08	17,51	82,49

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 2,25

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	16,85
ARENAS	99,34
FINOS	17,51

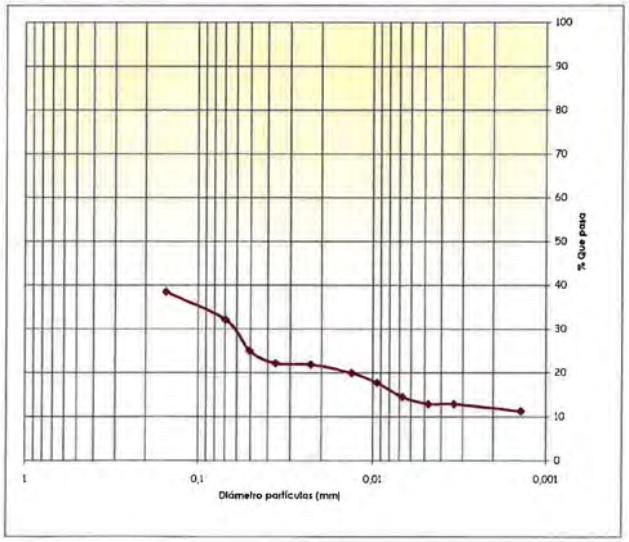


EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA Nº 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN. (UNE 103 102)

Masa suelo seco ensayada (g): 50,000

Tiempo (min.)	Diametro equivalente D(mm)	% masa que pasa por D. K(%)
0	0,1523	38,37
0,5	0,0694	31,98
1	0,0505	24,94
2	0,0360	22,06
5	0,0228	21,74
15	0,0131	19,83
30	0,0094	17,59
60	0,0067	14,39
120	0,0047	12,79
240	0,0033	12,79
1440	0,0014	11,19



EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	2,25

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

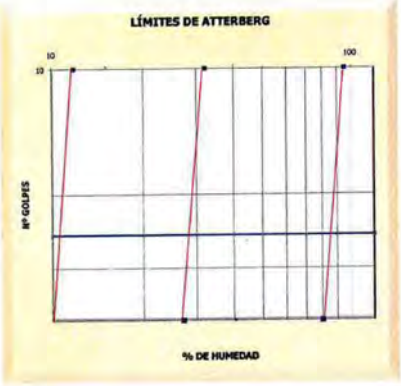
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

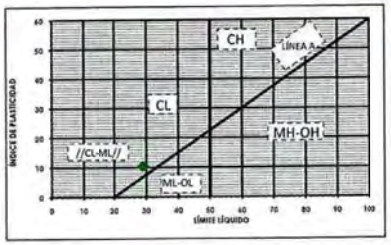
LÍMITE LÍQUIDO NO PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO NO PLÁSTICO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1615-11	S-2 6,00 m	DICIEMBRE 2011

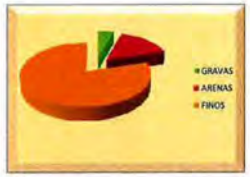
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	95,04	4,96
5	92,96	7,04
2	90,48	9,52
0,40	88,51	11,49
0,08	87,59	12,41

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 11,14

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	4,96
ARENAS	17,37
FINOS	87,59



CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,37

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	1,98

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6152899 fax 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1615-11	S-1 6,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	11,14

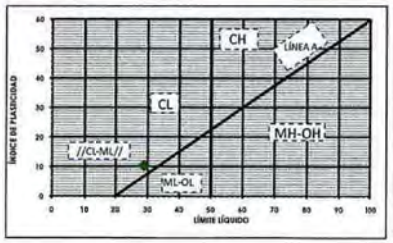
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1615-11	S-2 6,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	41,91
LÍMITE PLÁSTICO	24,24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17,67

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	30	20
% HUMEDAD	40,30	43,79
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
24,24		

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1615-11	S-2 6,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,26

Densidad seca (gr/cm^3)	1,92

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

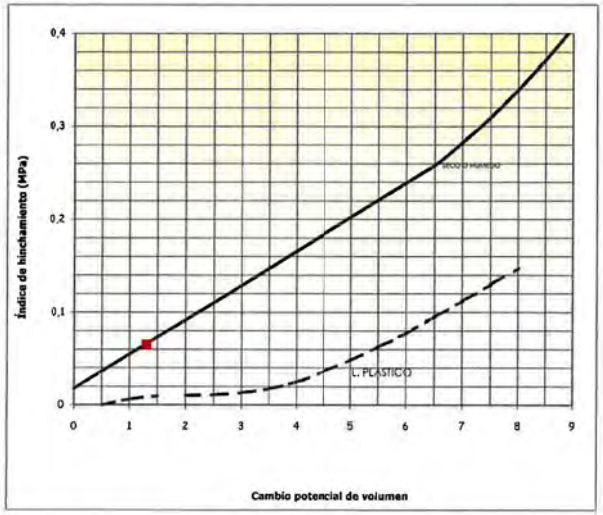
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
1615-11	S-2 6,00 m	DICIEMBRE 2011

Ensayo Expansividad Lambe. UNE 103 600.

Datos del ensayo

Diámetro (mm): 70,00
Altura (mm): 16,00
Tipo de ensayo: seco
Nº Capas: 3
Nº Golpes: 7
Precarga (KN): 4,5
Lectura comparador: 23
Carga (KN): 0,2499

HUMEDAD INICIAL: 0,01%
HUMEDAD FINAL: 40,22%



Índice de Hinchamiento (Mpa) **0,0649** ***Cambio Potencial de Volumen:*** **NO CRÍTICO**

Observaciones:

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 1 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf: 91 6152199 Fax: 91 6152114 conses@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1623-11	S-1 7,85-8,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	7,94

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1623-11	S-2 7,85-8,20 m	DICIEMBRE 2011

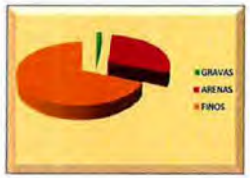
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	98,28	1,72
5	90,91	9,09
2	87,51	12,49
0,40	85,88	14,12
0,08	71,57	28,43

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 7,94

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	1,72
ARENAS	30,15
FINOS	71,57



EXPEDIENTE:	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3, TAMARITE DE LITERA (HUIESCA)	TRAGSATEC
OBRA:	MUESTRA	FECHA DE TOMA
SONDEO:	SONDEO 2 7,85-8,20	DICIEMBRE 2011

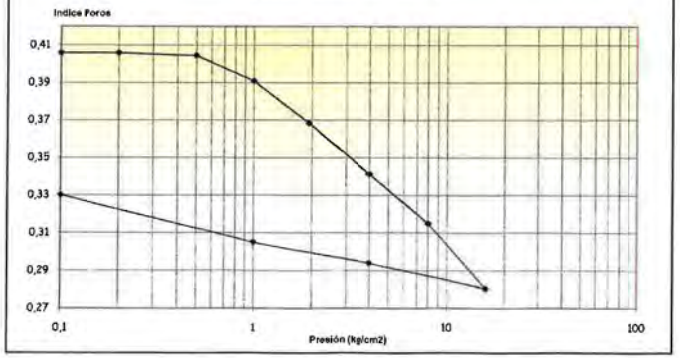
ENSAYO EDÓMETRICO UNE 103 405

DATOS INICIALES:	
Diametro (mm):	5,00
Altura (mm):	2,00
Volumen (cm3):	39,27
Area (cm2):	19,63
Ho.(mm):	20,00
Hs.(mm):	14,23
I.P (e_o) inicial:	0,406
Lectura inicial:	0

	INICIAL	FINAL
P. Especif. (g/cm3):	2,710	2,710
Dens. Seca (g/cm3):	1,928	1,953
Dens. Hum. (g/cm3):	2,208	2,245
Humedad. Wo(%):	14,53	14,93
Grado saturación Sr (%):	97,03	99,69

Pres. (kg/cm2)	Incial de cada escalón. Lo (mm)	Final de cada escalón Lf (mm)	Altura inicial Ho (mm)	Altura de la probeta al final de cada escalón Hf(mm)	Altura del sólido. Hs (mm)	Índice de poros en cada escalón e
0,1	0,000	0,000	20,00	20,00	14,23	0,406
0,2	0,000	0,000	20,00	20,00	14,23	0,406
0,5	0,000	-0,021	20,00	19,98	14,23	0,404
1	-0,021	-0,213	20,00	19,79	14,23	0,391
2	-0,213	-0,534	20,00	19,47	14,23	0,368
4	-0,534	-0,920	20,00	19,08	14,23	0,341
8	-0,920	-1,294	20,00	18,71	14,23	0,315
16	-1,294	-1,785	20,00	18,22	14,23	0,280
4	-1,785	-1,593	20,00	18,41	14,23	0,294
1	-1,693	-1,436	20,00	18,56	14,23	0,305
0,1	-1,436	-1,078	20,00	18,92	14,23	0,330

CURVA EDOMÉTRICA



EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	MUESTRA:	FECHA DE TOMA:
	S-2 7,85-8,20	DICIEMBRE 2011

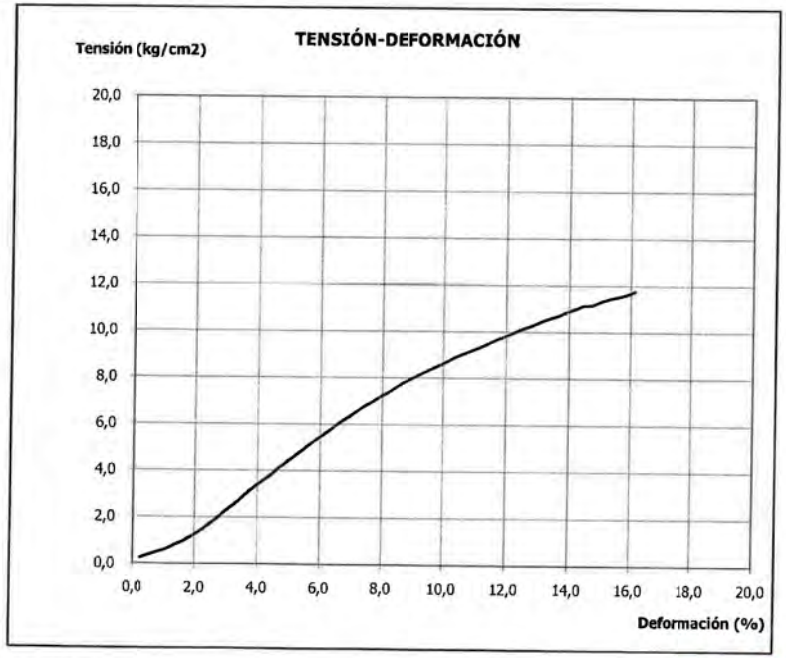
Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,15
Altura (cm.):	9,24
Peso humedo total (g.):	865,90
Área (cm²):	40,15
Volumen (cm³):	371,00
Humedad (%):	7,91
Dens. Seca (g/cm³):	2,163
Dens. Humeda (g/cm³):	2,334

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	11,76
Deformación en la rotura (%):	16,13

TENSIÓN-DEFORMACIÓN



Observaciones:

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE:	3593/11	PETICIONARIO:	TRAGSATEC
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA	FECHA :	Diciembre 2011
SONDEO:	S-2	COTAS:	7,85-8,20

Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm^2 y rotura sin drenaje)

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Humedades y densidades	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**
Altura (cm):	7,62		7,6		7,61	
Diametro (cm):	3,8		3,79		3,82	
Peso probeta (g):	189,00		192,50		194,00	
Densidad seca (g/cm^3):	2,03	2,03	2,09	2,09	2,06	2,06
Humedad (%):	8,00	18,40	7,66	15,88	7,93	16,69

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Datos de las probetas	Total	Efectiva	Total	Efectiva	Total	Efectiva
Presión confinamiento σ_3 (kg/cm^2):	6,50	0,39	7,50	1,29	9,00	2,89
Presión de cola (kg/cm^2):	6,00		6,00		6,00	
Tensión desviadora σ_d (kg/cm^2):	1,31	1,31	2,56	2,56	4,51	4,51
Tensión principal σ_1 (kg/cm^2)*:	1,81	1,71	4,06	3,85	7,51	7,39
Centro: $(\sigma_1+\sigma_3)/2$:	1,16	1,05	2,78	2,57	5,25	5,14
Radio: $(\sigma_1.\sigma_3)/2$:	0,66	0,66	1,28	1,28	2,25	2,25
Presión intersticial en la rotura U(kg/cm^2):	6,11		6,21		6,11	
%Deformación en la rotura:	2,85		5,18		4,94	
Velocidad de rotura:	1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos	

TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm^2):	*0,26*	*Cohesión (kg/cm^2):*	*0,20*
Ángulo de rozamiento interno	*23,20*	*Ángulo de rozamiento interno*	*22,74*

Observaciones del ensayo:

*Saturación con contrapresión de 6 kg/cm^2. Las presiones totales se interpretan ya descontada la presión neutra de 6 kg/cm^2.
Ensayo remoldeado con la humedad de saturación

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1623-11	S-2 7,85-8,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,33

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	2,16

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6157399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1624-11	S-2 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

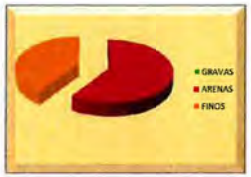
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	100,00	0,00
5	100,00	0,00
2	99,70	0,30
0,40	95,06	4,94
0,08	40,83	59,17

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 8,37

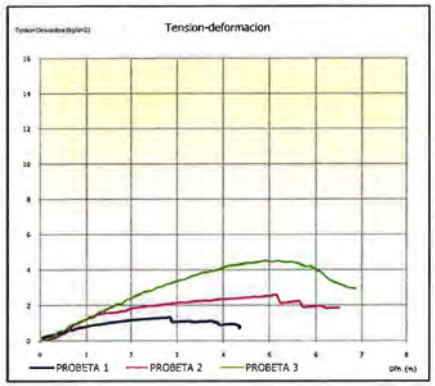
GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	0,00
ARENAS	59,17
FINOS	40,83

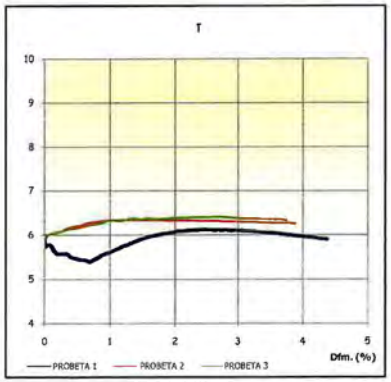


EXPEDIENTE:	3593/11		PETICIONARIO TRAGSATEC
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA		FECHA : Diciembre 2011
SONDEO:	S-2	COTAS: 7,85-8,20	

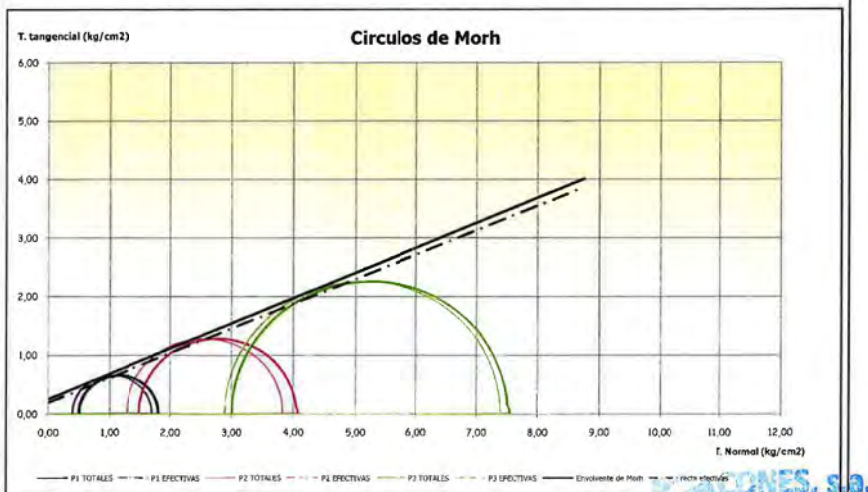
Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)





TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	0,25	Cohesión (kg/cm²):	0,20
Ángulo de rozamiento interno	23,20	Ángulo de rozamiento interno	22,74



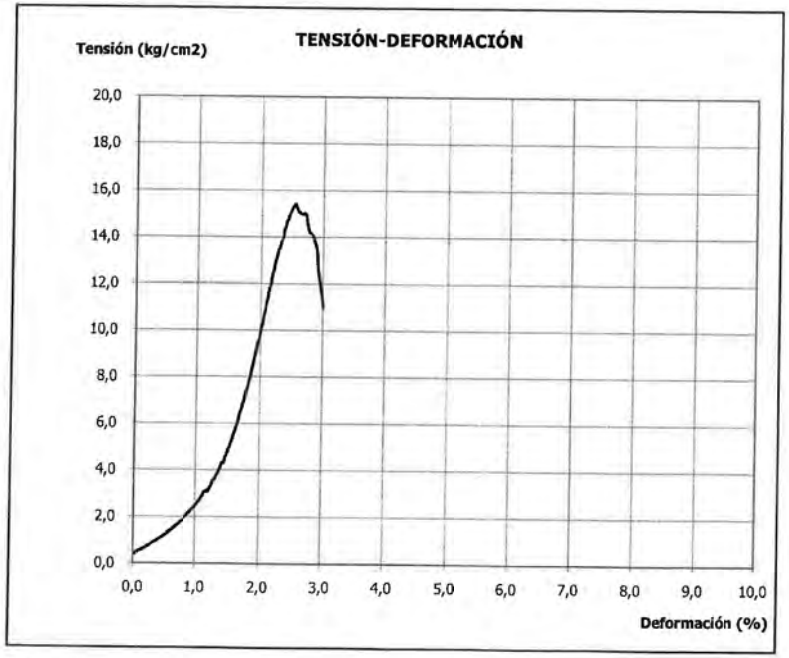
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
	S-2 9,80-10,30	DICIEMBRE 2011

Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,21
Altura (cm.):	12,61
Peso humedo total (g.):	1192,60
Área (cm²):	40,83
Volumen (cm³):	514,84
Humedad (%):	8,35
Dens. Seca (g/cm³):	2,138
Dens. Humeda (g/cm³):	2,316

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	**15,42**
Deformación en la rotura (%):	**2,55**



Observaciones:

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1624-11	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	8,37

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf: 91 6152300 Fax: 91 6152318 cones@cones.es

EXPEDIENTE:	3593/11	PETICIONARIO:	TRAGSATEC
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA	FECHA :	Diciembre 2011
SONDEO:	S-2	COTAS:	9,80-10,30

Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Humedades y densidades	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**
Altura (cm):	7,60		7,6		7,61	
Diametro (cm):	3,8		3,79		3,82	
Peso probeta (g):	207,50		210,00	217,30	213,00	
Densidad seca (g/cm³):	2,10	2,10	2,16	2,16	2,12	2,12
Humedad (%):	14,64	17,68	13,64	17,59	15,29	18,13

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Datos de las probetas	Total	Efectiva	Total	Efectiva	Total	Efectiva
Presión confinamiento σ_3 (kg/cm²):	6,50	0,38	7,50	1,43	9,00	2,74
Presión de cola (kg/cm²):	6,00		6,00		6,00	
Tensión desviadora σ_d (kg/cm²):	1,34	1,34	2,89	2,89	4,67	4,67
Tensión principal σ_1 (kg/cm²)*:	1,84	1,72	4,39	4,32	7,67	7,41
Centro: $(\sigma_1+\sigma_3)/2$:	1,17	1,05	2,94	2,88	5,34	5,08
Radio: $(\sigma_1-\sigma_3)/2$:	0,67	0,67	1,44	1,44	2,34	2,34
Presión intersticial en la rotura U(kg/cm²):	6,12		6,07		6,26	
%Deformación en la rotura:	4,97		7,25		6,20	
Velocidad de rotura:	1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos	

TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	*0,24*	*Cohesión (kg/cm²):*	*0,21*
Ángulo de rozamiento interno	*24,24*	*Ángulo de rozamiento interno*	*23,85*

Observaciones del ensayo:

*Saturación con contrapresión de 6 kg/cm². Las presiones totales se interpretan ya descontada la presión neutra de 6 kg/cm².
Ensayo remoldeado con la humedad de saturación

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1624-11	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm³)	2,31

Densidad seca (gr/cm³)	2,14

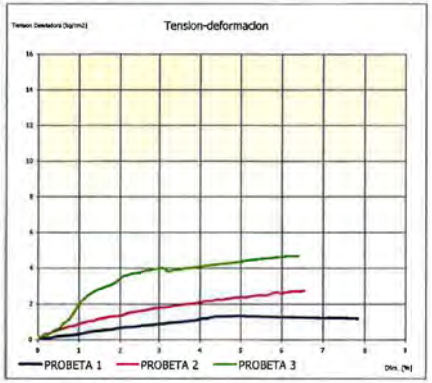
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

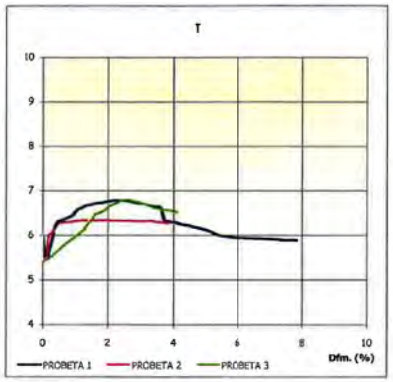
Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf.91 8152399 Fax:91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE:	3593/11		PETICIONARIO TRAGSATEC
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA		FECHA : Diciembre 2011
SONDEO:	S-2	COTAS: 9,80-10,30	

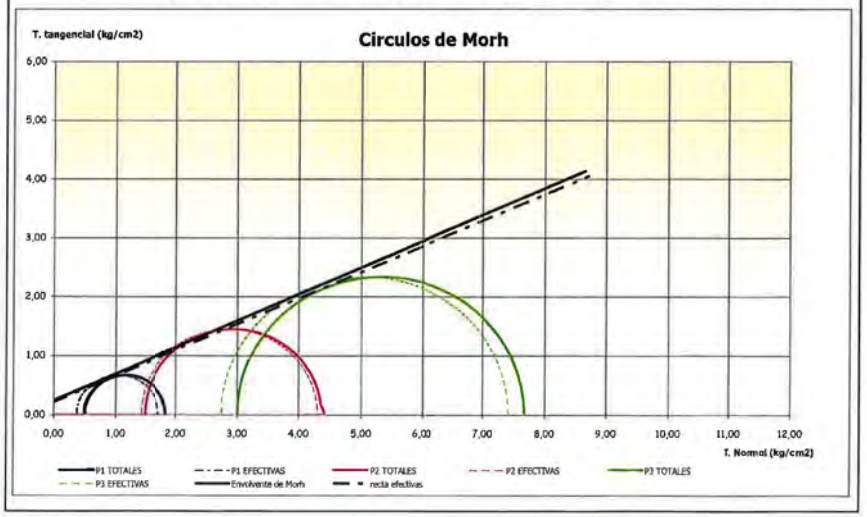
Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)





TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	0,24	Cohesión (kg/cm²):	0,21
Ángulo de rozamiento interno	24,24	Ángulo de rozamiento interno	23,85



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

PETICIONARIO	TRAGSATEC
OBRA	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)

HOJA RESUMEN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº	SONDEO	COTAS	TIPO DE MUESTRA	GOLPEO	DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE LA MUESTRA MEDIANTE EL GOLPEO DE ENTERA, USE UNA MEDIDA	Densidad húmeda (gr/cm3)	Densidad seca (gr/cm3)	LÍMITES ATTERBERG UNE 103 103 Y UNE 103 104			GRANULOMETRÍA UNE 103 101								COMPRESIÓN SIMPLE UNE 103 400	TRIAXIAL UNE 103 402					CORTE DIRECTO UNE 103 401					ENSAYOS QUÍMICOS					EDÓMETRO UNE 103 405	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO.	H.LIBRE UNE 103 401	COLAPSO NLT-254	LITOTIPOS
								LL	LP	IP	%PASA 40	%PASA 25	%PASA 20	%PASA 10	%PASA 5	%PASA 2	%PASA 0,40	%PASA 0,08	R.C.S. (kg/cm2)	tipo	Cohesión. Total	Áng. Roz int. Total	Cohesión. Efectiva	Áng. Roz int. Efectiva	tipo	Cohesión. Total	Áng. Roz int. Total	Cohesión. Efectiva	Áng. Roz int. Efectiva	Materia orgánica UNE 103 204	Sales solubles NLT-114	Contenido en yesos NLT-115	CARBONATOS UNE 103 200	SULFATOS. NLT-120	%	kg/cm²	H.L. (%)	COL. (%)	
1	SONDEO S-2	2,00-2,45	SPT	9-7-8	3,85	2,34	1,96	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	100,00	100,00	100,00	82,99	72,46	59,20	37,60	21,42																				
2		4,00-4,45	SPT	12-13-15	2,25	2,37	1,98	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	100,00	100,00	100,00	83,15	71,90	60,38	35,86	17,51																				
3		6,00-6,14	SPT	R	11,14	2,26	1,92	41,91	24,24	17,67	100,00	100,00	100,00	95,04	92,96	90,48	88,51	87,59																				
4		7,85-8,20	TP		7,94	2,33	2,16				100,00	100,00	100,00	98,28	90,61	90,91	85,88	71,57	11,76		CU	0,26	23,20	0,20	22,74										0,41				
5		9,80-10,30	TP		8,37	2,31	2,14				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	95,06	40,83	15,42		CU	0,24	24,24	0,21	23,85														

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
t/f: 91 6152399 fax: 91 6153314 e-mail: conessa@conessa.es

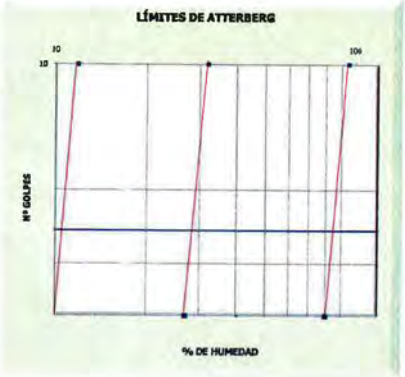
CONESSA
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
CONESSA s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ISO 14001
ISO 9001

D.2. ENSAYOS CALICATAS

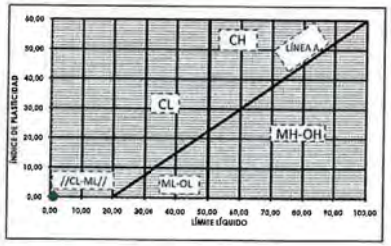
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

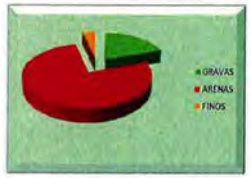
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

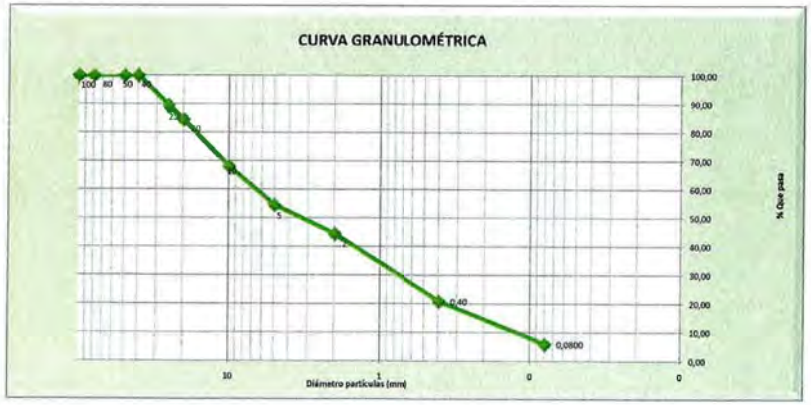
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	89,45	10,55
20	84,52	15,48
10	67,98	32,02
5	54,48	45,52
2	44,39	55,61
0,4000	20,82	79,18
0,0800	5,93	94,07

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996
Humedad (%) = 3,33

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	32,02
ARENAS	126,09
FINOS	5,93





CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO I	0,06

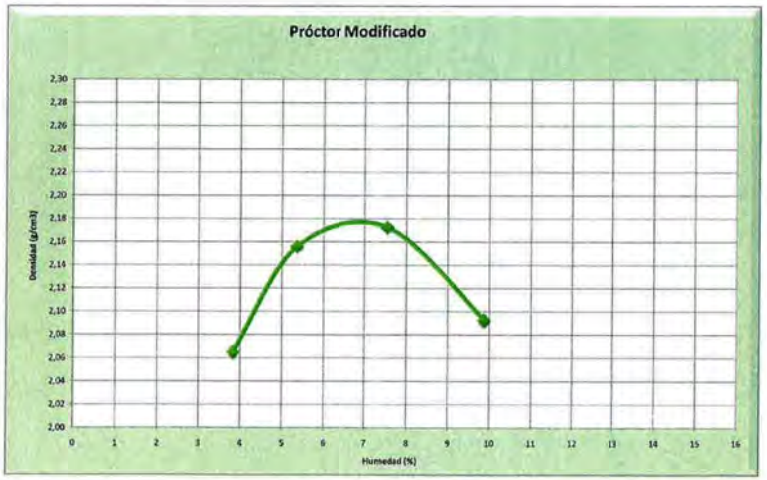
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	3,82	5,35	7,51	9,86	6
DENSIDAD (gr/cm³)	2,07	2,16	2,17	2,09	2,09



RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,18	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	6,9

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	525,72

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,13

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf.91 8152399 fax.91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DISPERSABILIDAD POR TUBIFICACIÓN PIN HOLE (NLT-207)

ALTURA	TIEMPO	TURBIDEZ	CAUDAL	f ORIFICIO	CLASIFICACIÓN
50	10	Turbia	0,22		
180	10	Turbia	3,1		
380	10	Clara	4,1		
1020	10	Clara	7,8		
1029	10	Clara	10	1	ND1

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	44,59

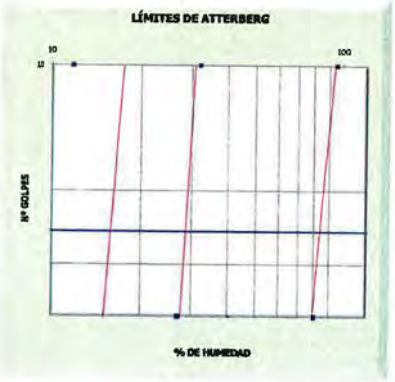
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 cones@cones.es

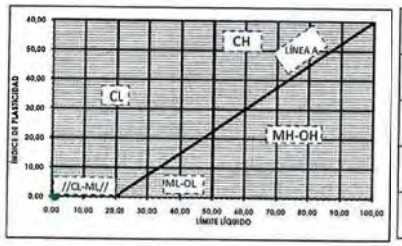
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

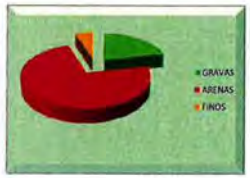
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	82,26	17,74
20	77,64	22,36
10	62,45	37,55
5	49,80	50,20
2	39,97	60,03
0,4000	22,09	77,91
0,0800	8,95	91,05

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996
Humedad (%) = 3,61

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	37,55
ARENAS	128,61
FINOS	8,95



EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO i	0,09

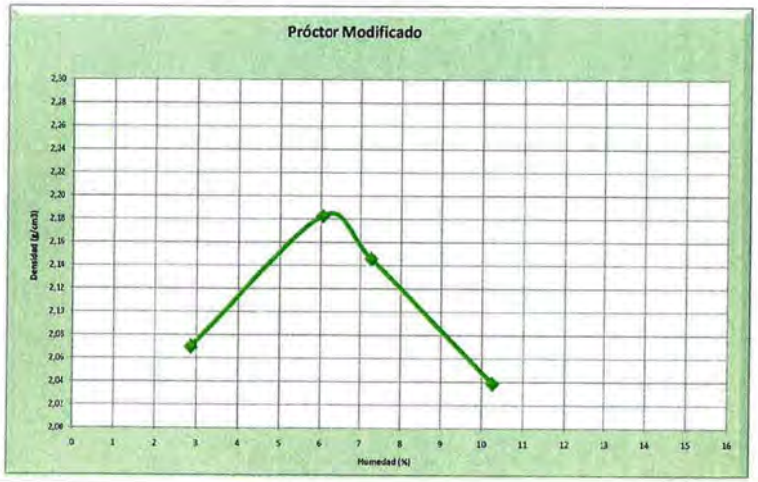
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	2,85	6,03	7,26	10,24	6
DENSIDAD (gr/cm³)	2,07	2,18	2,15	2,04	2,04



RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,19	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	6,4

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	530,64

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,28

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

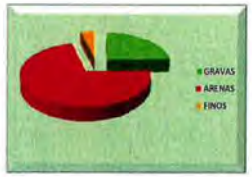
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	84,18	15,82
25	72,04	27,96
20	68,34	31,66
10	51,98	48,02
5	41,22	58,78
2	33,18	66,82
0,4000	19,74	80,26
0,0800	7,85	92,15

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996	
Humedad (%) =	3,18

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	48,02
ARENAS	140,17
FINOS	7,85



CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	43,32

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

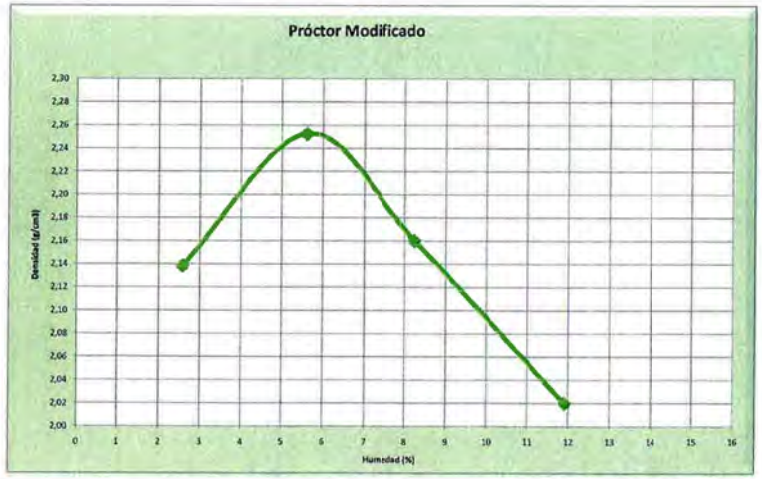
Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6152399 fax 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	2,58	5,61	8,22	11,90	
DENSIDAD (gr/cm³)	2,14	2,25	2,16	2,02	



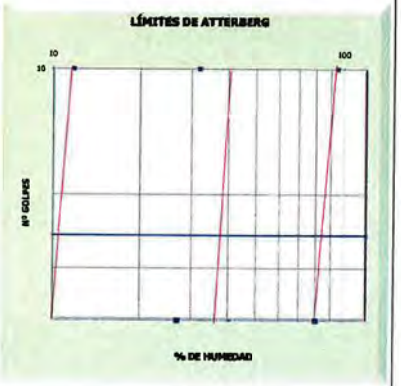
RESULTADO		
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,25	HUMEDAD ÓPTIMA (%) = 5,8

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

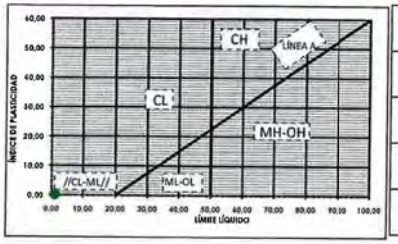
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,11

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO i	0,01

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf. 91 8152399 fax.91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	530,42

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	48,09

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

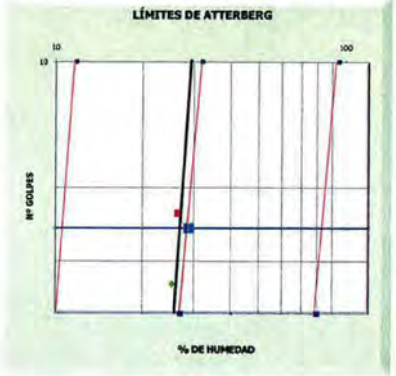
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

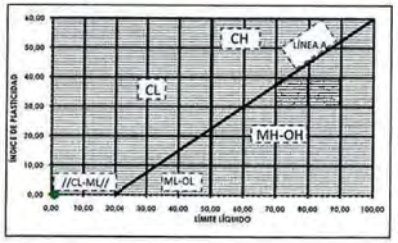
LÍMITE LÍQUIDO 26,24

LÍMITE PLÁSTICO 16,67

ÍNDICE DE PLASTICIDAD 9,57



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	34	23
% HUMEDAD	25,21	26,58
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
16,67		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

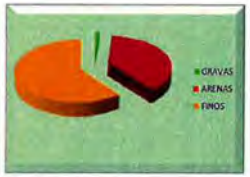
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	98,66	1,34
5	96,00	4,00
2	94,42	5,58
0,4000	90,20	9,80
0,0800	62,11	37,89

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996
Humedad (%) = 11,91

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	1,34
ARENAS	39,24
FINOS	62,11



Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 8152399 fax:91 8152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO I	0,09

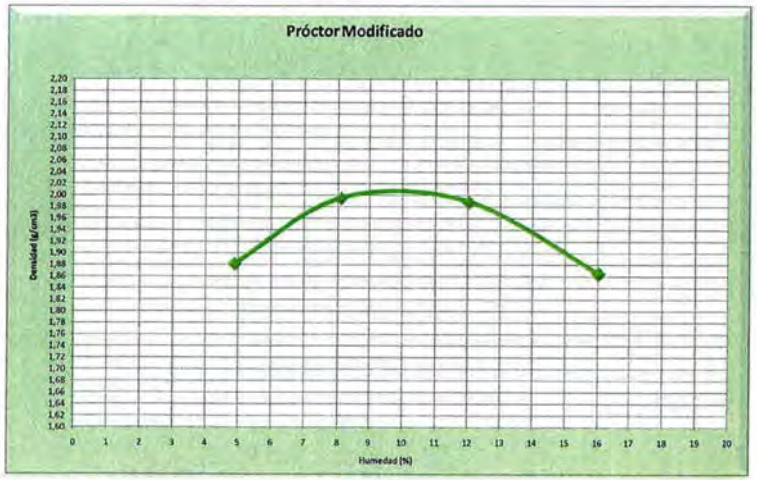
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	4,88	8,10	12,00	16,00	6
DENSIDAD (gr/cm³)	1,88	2,00	1,99	1,87	1,87



RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,03	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	9,8

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

CONTENIDO EN YESO EN SUELOS. NLT-115/99

RESULTADO	
CONTENIDO DE YESO (%)	0,08

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,19

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 8152399 fax:91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

HINCHAMIENTO LIBRE. UNE 103 601

DATOS RELATIVOS Y DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO			
DIÁMETRO (cm)	50,00	ÁREA (cm^2)	19,64
ALTURA (cm)	20,00	VOLÚMEN (cm^3)	39,27
HUMEDAD INICIAL (%)	8,08	DENSIDAD SECA (g/cm3)	2,01

OBSERVACIONES
Ensayo realizado bajo carga de 0,1 kg/cm². Remoldeado al 98 % de la densidad máxima y la humedad óptima obtenidas del ensayo Próctor moficado. Probeta inundada a los 5 minutos del comienzo del ensayo.

RESULTADO	
Hinchamiento libre (%) =	0,18

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COLAPSO. NLT-254

DATOS RELATIVOS Y DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO			
DIÁMETRO (cm)	50,00	ÁREA (cm^2)	19,64
ALTURA (cm)	20,00	VOLÚMEN (cm^3)	39,27
HUMEDAD INICIAL (%)	9,04	DENSIDAD SECA (g/cm^3)	1,99

OBSERVACIONES
Presión de ensayo = 0,2 Kg/cm². Remoldeado al 98 % de la densidad máxima y la humedad óptima obtenidas del ensayo Próctor modificado. Probeta inundada a los 60 segundos del comienzo del ensayo.

RESULTADO	
Índice de colapso (%)	0,09
Potencial porcentual de colapso (Ic)	0,09

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf: 91 6152399 fax 91 6152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	43,01

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	402,64

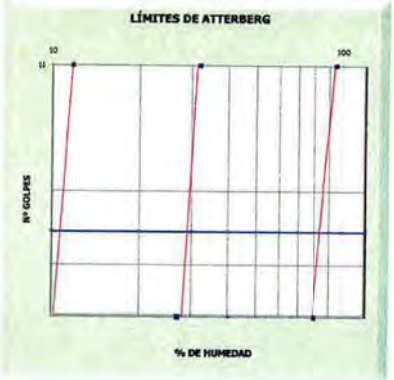
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

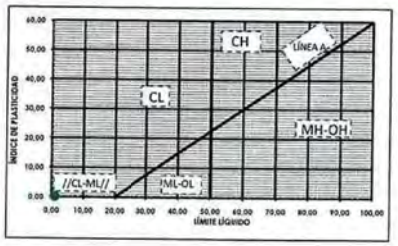
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
21,05		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

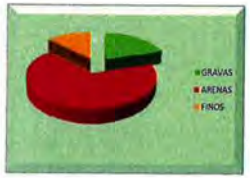
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	92,04	7,96
20	81,81	18,19
10	66,62	33,38
5	54,80	45,20
2	46,29	53,71
0,4000	33,99	66,01
0,0800	21,65	78,35

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996
Humedad (%) = 7,13

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	33,38
ARENAS	111,73
FINOS	21,65



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf.91 8152399 fax.91 8152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO I	0,07

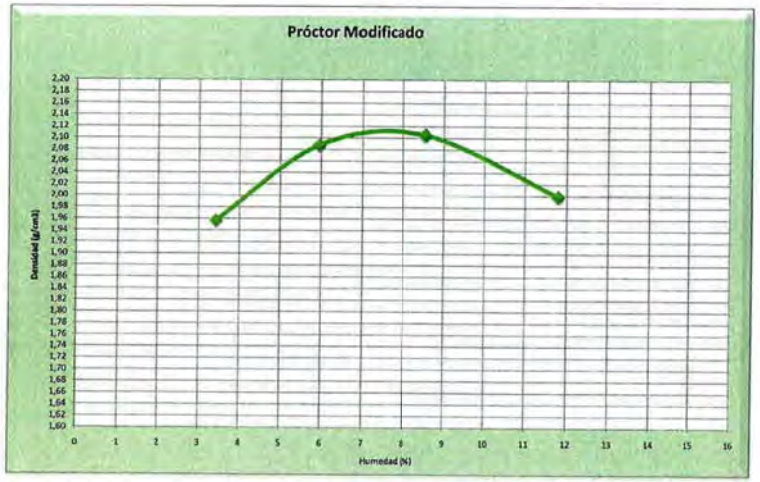
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	3,40	5,94	8,53	11,78	6
DENSIDAD (gr/cm³)	1,96	2,09	2,10	2,00	2,00



RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,11	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	7,5

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	470,81

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,18

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

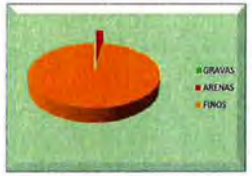
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	100,00	0,00
5	99,67	0,33
2	99,22	0,78
0,4000	98,66	1,34
0,0800	98,01	1,99

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996	
Humedad (%) =	11,54

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	0,00
ARENAS	1,99
FINOS	98,01



EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	23,97

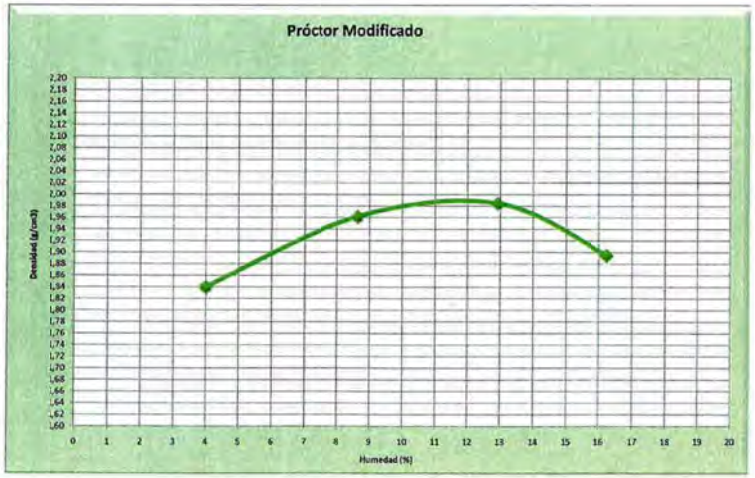
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	3,98	8,62	12,92	16,21	6
DENSIDAD (gr/cm³)	1,84	1,96	1,98	1,90	1,90



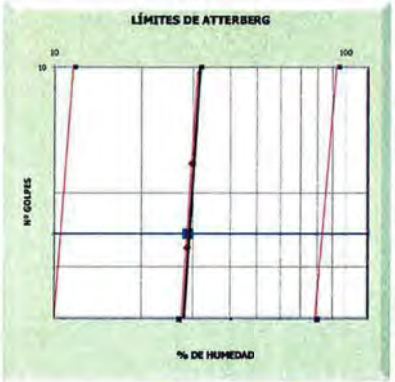
RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	1,97	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	11,5

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

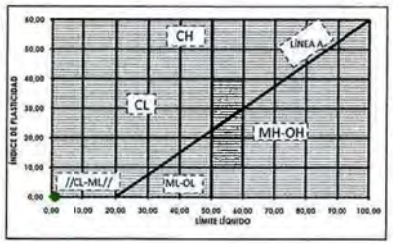
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	37,65
LÍMITE PLÁSTICO	21,78
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15,87



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	33	16
% HUMEDAD	35,69	40,52
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
21,78		

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 conos@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,56

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO I	0,03

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COLAPSO. NLT-254

DATOS RELATIVOS Y DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO			
DIÁMETRO (cm)	50,00	ÁREA (cm^2)	19,64
ALTURA (cm)	20,00	VOLÚMEN (cm^3)	39,27
HUMEDAD INICIAL (%)	10,45	DENSIDAD SECA (g/cm^3)	1,97

OBSERVACIONES
Presión de ensayo = 0,2 Kg/cm^2. Remoldeado al 98 % de la densidad máxima y la humedad óptima obtenidas del ensayo Próctor modificado. Probeta inundada a los 60 segundos del comienzo del ensayo.

RESULTADO	
Índice de colapso (%)	0,01
Potencial porcentual de colapso (Ic)	0,01

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

CONTENIDO EN YESO EN SUELOS. NLT-115/99

RESULTADO	
CONTENIDO DE YESO (%)	0,09

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	1029,44

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

HINCHAMIENTO LIBRE. UNE 103 601

DATOS RELATIVOS Y DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO			
DIÁMETRO (cm)	50,00	ÁREA (cm^2)	19,64
ALTURA (cm)	20,00	VOLÚMEN (cm^3)	39,27
HUMEDAD INICIAL (%)	13,84	DENSIDAD SECA (g/cm3)	1,91

OBSERVACIONES
Ensayo realizado bajo carga de 0,1 kg/cm². Remoldeado al 98 % de la densidad máxima y la humedad óptima obtenidas del ensayo Próctor moficado. Probeta inundada a los 5 minutos del comienzo del ensayo.

RESULTADO	
Hinchamiento libre (%) =	0,24

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DISPERSABILIDAD POR TUBIFICACIÓN PIN HOLE (NLT-207)

ALTURA	TIEMPO	TURBIDEZ	CAUDAL	f ORIFICIO	CLASIFICACIÓN
50	10	Turbia	0,3		
180	10	Turbia	3,5		
380	10	Clara	4,2		
1020	10	Clara	7,5		
1029	10	Clara	10,1	1	ND1

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	49,88

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf:91 6152399 Fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3	TRAGSATEC
		FECHA DE TOMA
	TAMARITE DE LITERA	DICIEMBRE 2011

HOJA RESUMEN

MUESTRA	EXPEDIENTE	CALICATA	COTAS (m)	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996	LÍMITES ATTERBERG UNE 103 103 Y UNE 103 104			GRANULOMETRÍA UNE 103 101				PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501		C.B.R. UNE 103 502	CONTENIDOS					COLAPSO. NLT-254 (%)	HINCHAMIENTO LIBRE.UNE 103 601 (%)	CLASIFICACIÓN SEGÚN PG-3
					LL	LP	IP	%PASA 5	%PASA 2	%PASA 0,40	%PASA 0,08	Densidad (g/cm³)	Humedad (%)	INDICE CBR AL 100 %	IÓN SULFATO. UNE 83963	CONTENIDO EN CARBONATOS UNE 103 200	MATERIA ORGÁNICA.UNE 7368 (%)	SALES SOLUBLES. NLT-114 (%)	CONTENIDO EN YESOS. NLT-115 (%)			
					< 30 %		<10 %	Tamaño no superior a 100 mm. <15 % d: Tamiz 0,40< 75 % 25 %			Tamiz 0,40 Tamiz 2 <80 % Tamiz 0,080 <						< 0,2 %		<0,2 %			
					< 40 %		si LL > 40 el IP>4	Tamaño no superior a 100 mm. Tamiz 2 <80 % Tamiz 0,080 < 35 %									< 1 %		<0,2 %			
					< 65 %		si LL > 40 el IP>0.73 x(LL-20)										< 2 %	< 5 %	* S.S distintas del yeso < 1 %	< 1 %		
							si LL > 90 el IP<0.73 x(LL-20)										< 5 %					
					Los que no se pueden incluir en las categorías anteriores, turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos. Los que pueden ser insalubles.																	
1	3593/11	CALICATA 1	2,00 m	3,33	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	54,48	44,39	20,82	5,93	2,18	6,9		525,72	44,59	0,06	0,13				SELECCIONADO
2		CALICATA 2	1,80 m	3,61	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	49,80	46,29	22,09	8,95	2,19	6,4		530,64	43,32	0,09	0,00				SELECCIONADO
3		CALICATA 3	1,80 m	3,18	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	41,22	33,18	19,74	7,85	2,25	5,80		530,42	48,09	0,01	0,11				ADECUADO
4		CALICATA 4	3,50 m	11,91	26,24	16,67	9,57	96,00	94,42	90,20	62,11	2,03	9,80		402,64	43,01	0,09	0,19	0,08	0,09	0,180	TOLERABLE
5		CALICATA 5	2,10 m	7,13	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	54,80	46,29	33,99	21,65	2,11	7,50		470,81	23,97	0,07	0,18				SELECCIONADO
6		CALICATA 6	2,00 m	11,54	37,65	21,78	15,87	99,67	99,22	98,66	98,01	1,97	11,50		1029,44	49,88	0,03	0,56	0,09	0,01	0,240	TOLERABLE

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91 615 25 59 Fax: 91 615 21 84 e-mail: consses@consses.es

CONESS S.A. CONTROL DE CALIDAD ESTUDIOS GEOTECNICOS
CONESS CONTROL DE CALIDAD ESTUDIOS GEOTECNICOS
ISO 14001
ISO 9001

2.- Estudio Geológico-Geotécnico zona Balsa 10. T.M. La Albelda (Huesca)

EXPEDIENTE Nº.: **3593/11**

CLIENTE.: **TRAGSATEC, S.A.**

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL FUTURO EMPLAZAMIENTO DE LA BALSA 3 , T.M. DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA) INCLUÍDA EN EL PROYECTO "PROYECTOS DE BALSAS DE GESTIÓN Y TUBERÍAS DIRECTAS Y BALSAS DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA

(HUESCA-LÉRIDA)

EXPEDIENTE Nº.: **3593/11**

CLIENTE.: **TRAGSATEC, S.A.**

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL FUTURO EMPLAZAMIENTO DE LA BALSA 3 , T.M. DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA) INCLUÍDA EN EL PROYECTO "PROYECTOS DE BALSAS DE GESTIÓN Y TUBERÍAS DIRECTAS Y BALSAS DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA (HUESCA-LÉRIDA)

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	4
2. METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
3. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO GENERAL	7
3.1. ENCUADRE GEOLÓGICO	7
3.2. ESTRATIGRAFÍA	8
3.3. GEOMORFOLOGÍA	13
3.4. TECTÓNICA	14
3.5. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS	15
4. RECONOCIMIENTOS Y TRABAJOS REALIZADOS	16
4.1. PROSPECCIONES DE CAMPO	16
4.1.1. Calicatas de reconocimiento	16
4.1.2. Sondeos mecánicos	17
4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	20
4.3. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO	21
4.3.1. Descripción de los materiales y propiedades geotécnicas	21
5. CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES	32
5.1. MATERIALES PARA NÚCLEOS	33
5.2. MATERIALES PARA ESPALDONES	35
6. PRÉSTAMOS	37
6.1. PRÉSTAMOS PARA ESPALDONES	37
6.1.1. UNIDAD I	37
6.2. PRESTAMOS PARA NÚCLEO	38
6.2.1. Préstamo UNIDAD II	38
7. VALORACIÓN DE LOS PRÉSTAMOS	39

ANEJOS

A. PLANOS
A.1 CAMPAÑA GEOTÉCNICA
B. COLUMNAS SONDEOS
C. CALICATAS
D. ENSAYOS DE LABORATORIO
D.1. ENSAYOS DE LABORATORIO
D.2. ENSAYOS DE CALICATAS

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

LABORATORIO CONES, S.A.,a petición de Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. (TRAGSATEC), lleva a cabo la realización del presente estudio geológico-geotécnico, en el futuro emplazamiento de la balsa 3 en el T.M: Tamarite de Litera (Huesca).

El objeto del estudio es la identificación y caracterización de los materiales de la zona con propiedades geológicas y geotécnicas adecuadas para la construcción de una balsa de materiales sueltos. La balsa a construir tiene las siguientes características aproximadas:

Préstamos para el núcleo: Se identificarán zonas de préstamos compuestos principalmente por materiales **finos impermeables** (especialmente arcillas y limos) que tengan contenidos en **yesos < del 5%.**

Préstamos para espaldones. Se estudiarán materiales con predominio de la **fracción gruesa** (gravas y zahorras naturales).

2.- MÉTODOLOGÍA DE TRABAJO

Para elaborar este informe se han seguido, las recomendaciones del Pliego de Cláusulas administrativas, Técnicas y Económicas, facilitadas por TRAGSATEC. (Ref.: AR005-ESSAA 002).

En primer lugar se ha hecho en gabinete un estudio geológico de la zona de ubicación de la futura y balsa. Los documentos consultados, y que en mayor o menor medida han suministrado información han sido los siguientes:

I. G. M. E:

- Mapas Geológicos de España a escala 1/50000. (Serie MAGNA) Hojas nº.

  - 326 Monzón
  - 358 Almacelles
  - Mapas de Síntesis Geológica a escala 1/200000. Hojas nº.
    33 Lérida
  - Mapa Geotécnico General a escala 1/200000. Hojas nº,
    33 Lérida.

  Mapa de Rocas Industriales a escala 1/200000. Hojas nº.
    33 Lérida

OTROS:

- Fotografía aérea del IGN PNOA escala 1:50.000

- Guías técnicas de seguridad de presas: Estudios geológico-geotécnicos y de prospección de materiales. (Comité Nacional Español de Grandes Presas).

- Jornadas de ingeniería geológica y geotecnia de Obras de Tierra en noviembre de 2003 (ICOG-AIGE-CEDEX)

La campaña de campo ha consistido primer lugar en la realización de una serie de calicatas en las zonas marcadas por Tragsatec. El objeto es la observación directa del terreno y la toma de muestras para su análisis en el laboratorio así como obtener una primera idea de la idoneidad del material.

Una vez hechas las calicatas se han hecho dos sondeos en aquellas marcadas igualmente por Tragsatec. Con los sondeos se pretende caracterizar los materiales en profundidad y delimitar su espesor mediante su observación y toma de muestras para analizar en el laboratorio.

Finalmente se ha procedido a la realización del presente informe, con la recopilación de los resultados obtenidos, llegando a las conclusiones que aquí se presentan.

3.- ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO GENERAL

Recoge este apartado la descripción de las características geológicas y geotécnicas del área de estudio a nivel general.

3.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO

La zona de estudio se encuentra dentro de la hoja, a escala 1:50.000, de Monzón (326). Está situada en el sector nororiental de la Cuenca del Ebro. La superficie de la Hoja pertenece a la provincia de Huesca.

Los materiales autóctonos constituyen la casi totalidad de los rellenos afloranes en la Hoja, estando formados por depósitos pertenecientes al Terciario continental (Eoceno Superior-Oligoceno) y al Cuaternario.

Los depósitos más antiguos del Terciario continental corresponden a la unidad evaporítica, que está representada por la formación Barbastro y aflora en el núcleo del anticlinal de Barbastro-Balaguer.

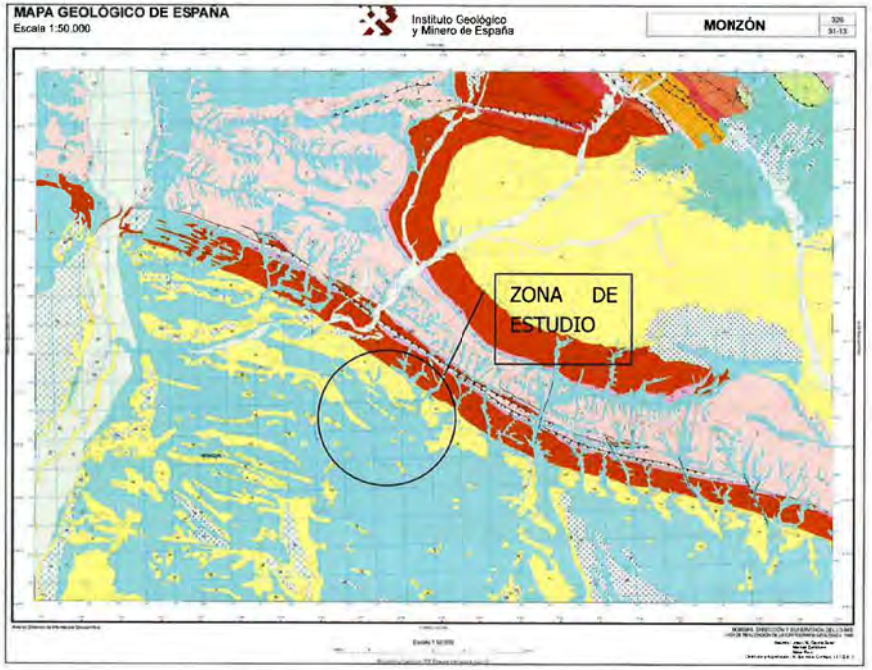
Por encima de la formación anterior se superpone la denominada Unidad Carbonatada, constituida por facies calcáreas, con términos lutítico-margosos intercalados.

Las unidades terciarias más jóvenes están constituidas por **las unidades Detríticas inferior y superior**, en esta última es donde se encuentra englobada nuestra zona de estudio, y caracterizan un episodio progradante dentro de un sistema de abanicos aluviales de procedencia pirenaica. Estas **unidades** corresponden a la Formación Peraltillo y parte de la formación Sariñena.

Los depósitos cuaternarios, igualmente aflorantes en la zona del estudio, se encuentran muy bien representados en la hoja y están formados por diferentes nieles de terrazas, en los corredores de los dos ríos principales y por glacis de diferentes generaciones, rellenos de fondo de valle y depósitos coluviales y aluviales recientes.

3.2.- ESTRATIGRAFÍA

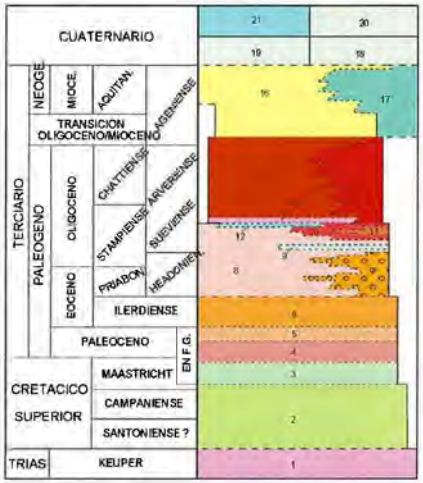
Se detallan a continuación en orden cronológico, los materiales geológicos aflorantes en la zona de estudio. Como hemos dicho anteriormente, estos materiales se encuentran dentro los depósitos terciarios de la Depresión del Ebro, y son casi exclusivamente de edad terciaria y cuaternaria.



Hoja geológica del IGME 326 Monzón

MONZÓN	326
	31-13

LEYENDA



21 Brechas, arenas y limos. Glacis y laderas; rellenos de fondo de valle; y depósitos aluviales-coluviales recientes.
20 Conglomerados, arenas y limos. Terrazas recientes.
19 Brechas, conglomerados, arenas y lutitas. Glacis y laderas altas.
18 Conglomerados, arenas y limos. Terrazas altas.
17 Conglomerados y brechas calcáreas entre lutitas rojas. (Fm. Baells).
16 Paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas.(Fm. Sariñena).
15 Paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas (Fm. Peraltilla Superior).
14 Lutitas rojas con intercalaciones de areniscas en paleocanales (Fm. Peraltilla Inferior).
13 Conglomerados y brechas calcáreas. (Fm. Calasanz).
12 Calizas, lutitas, areniscas y yesos (Fm. Peralta).
11 Brechas y conglomerados calcáreos. (Fm. Peralta).
10 Areniscas y lutitas rojas con estratificación horizontal.(Fm. Peralta)
9 Calizas, lutitas y gypsarenitas. (Fm. Salinar).
8 Yesos nodulares y lutitas grises (Fm. Barbastro).
7 Areniscas, lutitas y yesos nodulares. (Fm.Salinar).
6 Calcarenitas con alveolinas. (Fm. Ager).
5 Calizas micríticas con Microcodium.
4 Lutitas versicolores con intercalaciones de yesos y carniolas.
3 Calizas micríticas con carofitas y sílex.
2 Calizas con rudistas.
1 Lutitas versicolores.

A las diferentes unidades geológicas que aquí se describen y han sido estudiadas mediante los ensayos de campo y laboratorio, se les asigna un número **(Unidad I, II, III,.....) de referencia** dentro del presente estudio para tener una idea más clara de la geologia en la cartografía del estudio y a la hora de situar los ensayos de campo y los préstamos.

TERCIARIO

El Terciario incluye depósitos del Eoceno superior-Oligoceno inferior, llegando hasta el Oligoceno superior.Estos sedimentos se encuentran representados en cuatro unidades cartografiables, cuyas características principales se exponen a continuación.

Las cuatro unidades se pueden esquematizar de la siguiente forma, de más antigua a más moderna:

Unidad Paleógena Inferior o Detrítica Inferior: Corresponde al Paleógeno Inferior y comprende parte del Eoceno y cel Oligoceno.

Unidad evaporítica. Yesos, arcillas y margas grises. Eoceno Superior

Esta unidad corresponde a la denominada "Formación Barbastro", en el núcleo del anticlinal de Barbastro-Balaguer, estructura que se extiende bastantes kilómetros fuera de los límites de la misma.

Está formada fundamentalmente por yesos, entre los que a veces se intercalan lutitas y margas de color gris-verdoso.

Al tratarse de depósitos afectados por plegamiento y dada su plasticidad, se encuentran muy distorsionados, lo que unido a la tasa de meteorización de estos materiales, que afecta tanto a la textura como a la estructura como a la composición, dificulta su reconocimiento.

Los niveles de yesos presentan diversas estructuras, siendo las más frecuentes los yesos nodulares alabastrinos y los yesos megacristalinos.

Los niveles intercalados entre los yesos suelen corresponder a lutitas margosas con estructura masiva y ocasionalmente con aspecto laminado, que resulta de una alternancia de finos niveles micríticos y otros con mayor contenido en detríticos, o también la alternancia de micrita y yeso.

Unidad carbonatada

Esta unidad corresponde al nivel de calizas lacustres que se encuentran entre la unidad evaporítica y la formación Peraltillo.

Dentro de esta unidad en la hoja se distinguen:

- Calizas y margas grises con niveles de silex. Oligoceno inferior

Esta unidad está formada fundamentalmente por calizas estratificadas en niveles centi- y decimétricos, entre los que se intercalan lutitas arcillosas y margas, así como niveles de silex, reconociéndose en la base y el techo de la unidad una mayor proporción de componentes detríticos que dan lugar a la intercalación de finos niveles de arenisca.

- Areniscas carbonatadas y arcillas rojas. Oligoceno inferior

Están constituidas por areniscas carbonatadas y arcillas rojas, que forman un pequeño anticlinal E-O, cuyo extremo occidental se encuentra fallado.

Estos materiales se apoyan sobre la Unidad evaporíticas y no presentan buenos afloramientos para su estudio, por lo que es difícil su caracterización cetallada.

Unidad Detrítica Inferior-Oligoceno inferior

Esta unidad aflora bien en la parte septentrional de la hoja apoyada sobre la Unidad Carbonatada.

Está formada por una alternancia de areniscas, limos y arcillas entre los que se intercalan niveles carbonáticos que prácticamente desaparecen hacia el techo de la unidad.

Las areniscas se presentan formando cuerpos canalizados o capas arenosas, cuya posición en las secuencias es diferente, ya que mientras los cuerpos canalizados se sitúan en la base, las capas arenosas se desarrollan en la parte alta.

Los cuerpos canalizados suelen presentarse aislados dando por lo general pequeños resaltes que destacan en el terreno.

Las capas de areniscas tienen espesores centimétricos y se presentan como capas individuales, amalgamadas o alternando con limos y arcillas.

Los limos y arcillas intercalados presentan aspecto masivo. Estos depósitos suelen representar facies de inundación.

Por último, los niveles carbonáticos quedan restringidos a la parte superior de algunas secuencias, con espesores que varían desde 3 cm hasta casi 2.00 m. Están formados por calizas homogéneas o calizas con estructura prismática.

Unidad Detrítica Superior-Oligoceno superior

Esta unidad aflora adosada a la infrayacente (Unidad detrítica inferior) extendiéndose hacia el sur, aunque por lo general, se encuentra enmascarada por depósitos cuaternarios que impiden su reconocimiento completo. Los materiales de la zona estudiada pertenecen en parte a esta unidad.

Corresponde a la parte superior de la formación Peraltillo y la parte inferior de la unidad Sariñena, cubiertas por un extenso recubrimiento cuaternario.

Está formada por conglomerados, areniscas, limos y arcillas que se ordenan en secuencias positivas de características muy semejantes a las de la Unidad Detrítica inferior, aunque de mayor desarrollo y prácticamente sin presencia de facies calcáreas.

A nivel cartográfico se han diferenciado paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas, limos y arcillas **(REF, UNIDAD II)**, que constituyen la mayor parte de la unidad.

Los niveles de conglomerados y areniscas presentan abundantes extraclastos, que indican su procedencia pirenaica.

Los conglomerados son clasto-soportados en la parte basal de las secuencias, con cantos de cuarcita, arenisca y caliza, de subredondeados a redondeados, mientras que hacia la parte superior pasan a matriz-soportados, con matriz areniscosa y microconglomerática. Aparecen bien desarrollados en la esquina SE de la hoja, mientras que el resto solo están presentes de forma esporádica.

Las facies de partes superiores de los canales presentan las mismas características, pero con menor tamaño medio.

La parte superior de las secuencias suele estar representada por litarenitas calcáreas, con concentraciones diferenciales de óxidos de hierro y en ocasiones niveles de micritas arenosas con marmorización.

El espesor de esta unidad es difícil de calcular, su potencia mínima reconocida en las proximidades del anticlinal de Barbastro es de 250 m, siendo difícil evaluar su potencia total dado el intenso recubrimiento cuaternario de la mitad meridional de la hoja.

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD ESTUDIOS GEOTECNICOS

Los depósitos de la Unidad Detrítica superior representan un cambio en las pautas de sedimentación, instalándose canales de mayor energía dentro de los abanicos aluviales de procedencia pirenaica, lo que permite reconocer facies ligeramente más proximales que las observadas en la Unidad Detrítica inferior.

Conglomerados poligénicos y limos ocres. Plio-Pleistoceno

Esta unidad se superpone de forma discordante sobre las unidades infrayacentes. Sus afloramientos se localizan únicamente en la parte alta de la Sierra Larga. Están compuestos por conglomerados y gravas de cantos redondeados, clasto-soportados, con matriz arenosa, los cantos son de litologías de la zona axil pirenaica.

Estos materiales tienen características de depósitos fluviales y corresponden a los primeros depósitos de la actual fase de drenaje exorreico hacia el Mediterráneo de la cuenca del Ebro. En una etapa en la que la red fluvial no estaba definida.

CUATERNARIO

A esta edad se han atribuido depósitos de glacis y laderas, rellenos de fondo de valle y depósitos aluviales-coluviales recientes, terrazas recientes , glacis y laderas alta y terrazas altas.

Glacis y laderas, rellenos de fondo de valle y depósitos coluviales-aluviales recientes **(REF.: *UNIDAD D*):** Están constituidos por brechas, arenas y limos.

Terrazas recientes,: Están constituidos por conglomerados, arenas y limos.

Glacis y laderas altas: Constituidos `por brechas, conglomerados, arenas y lutitas.

Terrazas altas: Constituidas por conglomerados, arenas y limos.

3.3.- GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio está situada en el amplio piedemonte o somontano existente entre las Sierras Exteriores pirenaicas y la llanura o depresión tabular terciaria dominada por el valle del río Ebro.

Climáticamente se caracteriza por sus temperaturas relativamente extremas, coexistiendo una fuerte concentración de la insolación y ausencia de brisa en verano, con fuertes heladas ligadas a la niebla en invierno. La temperatura media se sitúa entorno a 14.2ª C. y las precipitaciones en ningún caso rebasan los 500 mm. Así pues la zona se clasifica como semiárida, mesotérmica y sin exceso de agua durante el año. la precipitación media en la estación de Binéfar en agosto arroja un valor de 37.6

mm. La temperatura media medida en la estación de Binéfar presenta medias mínimas de enero y julio de 4.7 y 22.8 grados respectivamente con temperaturas medias de 14 y 15º. El viento dominante, de componente noroeste es el denominado "cierzo".

La zona estudiada se encuentra situada dentro de la Depresión centro-oriental. Esta depresión está marcada por el norte y el oeste por las mofoestructuras de la Sierra Larga y la Altiplanicie de Alfarrás.

Tiene una altura media comprendida entre 260 m de Altorricón y 800 m en Estopiñan del Castillo. La recorren el caudaloso río el Noguera-Ribagorzana y por el canal de Aragón y Cataluña. que desarrollan terrazas escalonadas dando valles con perfil en artesa.

La importancia de los recursos hidráulicos es considerable hasta el punto que se puede catalogar la zona (Comarca de la Litera), como una de las zonas de regadío más amplias de la provincia, que tiene su continuación hasta el Ebro por Lérida y el bajo Cinca.

En la zona de estudio y referente al río Noguera-Ribagorzana, su perfil longitudinal arroja una pendiente del 5 por mil, sensiblemente mas alta que el río Segre, y, exceptuando las terrazas superiores, se puede reconocer e mismo escalonamiento que en éste.

La zona de estudio corresponde a las formaciones de paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas de la formación Sariñena, recubierta por sedimentos cuaternarios de brechas arenoas y limos y depósitos aluviales-coluviales recientes.

3.4.- TECTÓNICA

Desde el punto de vista geológico la zona estudiada queda enmarcada en la Cuenca del Ebro, que en sentido tectónico corresponde fundamentalmente a la cuenca de antepaís de la Cordillera Pirenaica. En superficie sus límites están marcados por esta cadena, La Cordillra Ibérica y la Cordillera Costero Catalana.

El sustrato de la Cuenca del Ebro está constituido por un zócalo paleozoico sobre el que se dispone una cobertera mesozoica incompleta, con predominio de materiales triásicos y jurásicos, ocupando los materiales más modernos la posición más meridional.

El estudio de la superficie de la Cuenca del Ebro muestra una estructura geológica muy sencilla, con capas subhorizontales, o con buzamientos muy suaves en la mayor parte de la cuenca, excepción hecha de aquellas áreas próximas a las cadena circundantes. Las deformaciones más abundantes en la cuenca están ligadas a fenómenos halocinéticos. Sin embargo, la cartografía de detalle pone de

manifiesto la existencia de estructuras, si bien no suelen ser deformaciones de gran intensidad, si presentan cierta continuidad lateral que refleja la la presencia de direcciones paralelas a las estructuras Ibéricas a lo largo de prácticamente la totalidad de la cuenca, así como otras de orientación NNE a NE, más difíciles de detectar.

Los materiales se presentan en disposición subhorizontal y con escasas deformaciones (zona estudiada).

3.5.- CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

DATOS SÍSMICOS

Según los criterios de la norma sismorresistente (NC SE-02), la zona objeto del estudio presenta un valor de aceleración sísmica básica < de 0.04 por lo que no es obligatorio la aplicación de la norma al carecer de peligrosidad sísmica.

4.- RECONOCIMIENTOS Y TRABAJOS REALIZADOS

4.1.- PROSPECCIONES DE CAMPO

Los estudios del terreno se han enfocado fundamentalmente a reconocer las características geológicas y geotécnicas de los materiales existentes en la zona donde se ubicará la balsa así como estudiar las posibilidades de los materiales para su utilización como préstamos.

Para esto se han realizado calicatas de reconocimiento, sondeos mecánicos, y ensayos de laboratorio.

4.1.1.- Calicatas de reconocimiento

En día 1 de diciembre de 2011 se han realizado 6 calicatas en las zonas previamente marcadas por TRAGSATEC, para realizar una primera observación de los materiales y recoger muestra para su ensayo en el laboratorio.

Las calicatas han sido nombradas como C-1, C-2,..... C-n, según el orden cronológico en que han sido realizadas.

Las calicatas constituyen un método de prospección de las capas más superficiales del terreno que se caracteriza por la rapidez de ejecución y por su bajo coste.

Básicamente consisten en practicar una pequeña excavación a través de la cual se puede observar el subsuelo y tomar muestras del mismo.

Aunque no se puede alcanzar una elevada profundidad (aproximadamente 3-4 m como máximo en terrenos blandos), permite la observación de una zona relativamente amplia, que facilita la diferenciación y acotación de los diferentes niveles que pudieran existir en el terreno, medida del nivel freático en acuíferos superficiales y tomar fotografías. Así mismo, para la toma de muestras permite obtener una cantidad de material más que suficiente y representativa para la realización de ensayos de laboratorio.

En áreas donde existe roca muy cerca de la superficie, la profundidad máxima que se puede alcanzar se encuentra limitada al perfil de alteración que haya podido desarrollar dicha roca. No obstante, las calicatas permiten conocer de forma muy rápida la profundidad a que se encuentra la roca sana o ligeramente alterada, u otro tipo de sustratos duros, identificarla y obtener información acerca de su estructura y disposición de las juntas (esquistosidad, fracturas...).

Para este estudio, las calicatas han sido realizadas mediante pala retroexcavadora, con la que se han practicado zanjas de aproximadamente 0,60 m de ancho por 2,00 m de largo y profundidad variable.

CONES, S.A. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

Zanjas que finalmente se han rellenado con el material extraído, una vez efectuadas las observaciones y mediciones y tomadas las muestras.

En la siguiente tabla se puede ver un resumen de las calicatas realizadas, donde se incluyen las, coordenadas, litología, unidad geológica de referencia utilizada en el presente estudio, potencia de recubrimiento y profundidad alcanzada.

Calicata	Coordenadas		Litología/ Cota muestra (m)	Unidad geológica	Recubrimiento (m)	Profundidad alcanzada (m)
	X	Y				
C-1	280171.54	46385109	Arenas gravosas. 2.00	I	0.30	4.40
C-2	280134.75	46385257	Arenas gravosas. 1.80	II	0.40	3.50
C-3	28014.83	46384956	Arenas gravosas. 1.80	I	0.40	4.00
C-4	280056.40	46385234	Arcillas arenosas 3.50	II	0.30	4.20
C-5	280069.96	46385707	Arenas gravosas. 1.2.10	I	0,60	3.50
C-6	280115.54	46385691	Arcillas 2.00	II	0,20	3.50

En los apéndices de este informe se incluye una ficha con la testificación, fotografías, coordenadas y los resultados de los ensayos de laboratorio de cada calicata.

4.1.2.- Sondeos mecánicos

Entre los días 30 de noviembre y 1 de diciembre de 2011 se han realizado 2 sondeos con recuperación de testigo continuo. El objetivo ha sido poder observar los materiales a profundidades superiores a los 10 m así como localizar los materiales que pueden tener las mejores características para su utilización en la construcción de la balsa, tanto en el núcleo como espaldones.

Los sondeos son perforaciones en el terreno que se caracterizan por presentar un diámetro muy pequeño con relación a la longitud total.

Constituyen un método de prospección del subsuelo en el que se pueden alcanzar elevadas profundidades con una perturbación mínima en el terreno, a la vez que es posible atravesar rocas cuya dureza impediría el avance por otros métodos como pueden ser las calicatas.

Los sondeos mecánicos a rotación permiten, además, la extracción continua de testigos de suelos y rocas, así como la realización de determinados ensayos (SPT, Vane Test, toma de muestras inalteradas, etc...), proporcionando amplia información sobre la naturaleza del terreno, diferenciación de capas o niveles y acotación de los mismos.

Para el caso concreto de este estudio, las perforaciones se han realizado con sondas de 86 y 101 mm de diámetro y corona de widia de avance hidráulico, montada sobre camión dotado de castillete o torre de sondeo y de bomba. La recuperación de testigo se ha realizado mediante tubo hueco en cuyo extremo inferior va roscada la corona de perforación.

En la perforación se ha avanzado en seco siempre que el terreno lo ha permitido y se han utilizado coronas de widia de diámetro 101 y 86 mm.

4.1.2.1.- Ensayos de penetración estándar S. P. T.

Estos ensayos (UNE 103800/92) determinan la resistencia de los suelos a la penetración de un tomamuestras bipartido, permitiendo además obtener muestras alteradas dentro de un sondeo para su identificación, a la vez que proporcionan información sobre la variabilidad y rigidez del suelo.

Se realizan en el interior de sondeos y el equipo consta de un tomamuestras bipartido de pared gruesa, de 51 mm de diámetro acoplado a un varillaje rígido, en cuyo extremo se coloca una cabeza de golpe y contragolpe, sobre la que impacta una maza de 63,6 Kg. en caída libre desde una altura de 76,2 cm.

Dentro del procedimiento de realización del ensayo, y una vez alcanzado el punto que se desea ensayar, se distinguen dos fases: Una primera hinca de colocación de 15 cm, incluyendo la penetración inicial del tomamuestras bajo su propio peso, donde no se cuenta el número de golpes necesario ya que se supone que el terreno en el fondo del sondeo puede estar alterado; y la segunda fase o ensayo de hinca propiamente dicho, en la cual se anota el número de golpes necesarios para penetrar adicionalmente 30 cm. Este es el "número de penetración estándar", N.

Si los 30 cm de penetración no pueden lograrse con 100 golpes o son necesarios más de 50 golpes para la hinca de cada tramo, el ensayo se dará por terminado (rechazo, R en diagramas).

En los estratos de grava, la cuchara o tomamuestras normal no puede hincarse, pues su zapata afilada se dobla. Se sustituye entonces por una "puntaza" maciza de forma cónica de 60º de abertura y de igual sección que el tomamuestras. En este caso el ensayo no proporciona muestra alguna.

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

En total se han realizado 5 ensayos de penetración dinámica estándar (SPT) en los sondeos. Estos ensayos se han realizado en aquellas zonas del sondeo donde la toma de muestras inalteradas era difícil. El objetivo ha sido tener una idea de la compacidad y consistencia de los materiales.

4.1.2.2.- Muestra inalterada.

Durante la propia ejecución de los sondeos se procede a la toma de muestras inalteradas para poder realizar sobre ellas los ensayos necesarios para la perfecta caracterización geotécnica de los materiales atravesados, (humedades y densidades naturales, grado de agresividad, cohesión, ángulo de rozamiento interno, resistencia, deformabilidad, etc.).

Para la correcta extracción de las muestras disponemos de varios tipos de tomamuestras (kelvin, de pared gruesa, de pared delgada, etc.) la elección de uno u otro tipo depende de la resistencia al corte y de la naturaleza del terreno.

Básicamente los distintos tipos de tomamuestras consisten en una cuchara normalizada con una punta biselada de acero endurecido. Estos se introducen por presión o por golpeo, quedando alojada la muestra en un tupo de PVC, una vez extraída se cierran los extremos para que no se produzca evaporación ni alteración física.

En los sondeos se han tomado muestras (alteradas, inalteradas o testigos parafinados según el tipo de materiales) para su ensayo en laboratorio. Además se han realizado ensayos SPT.

Testigos parafinados: 5 unidades

Ensayos in situ:

Ensayos de penetración estándar (SPT): 5 unidades

En la siguiente tabla se puede ver un resumen de los sondeos realizados, donde se incluyen las, coordenadas, unidad geológica, muestras, ensayos y profundidad alcanzada en el sondeo:

Sondeo	Coordenadas		Unidad geológica	Tipo de muestra/ Cota	S.P.T. Profundidad/ golpeo	Prof. sondeo (m)
	X	Y				
S-1	280084.10	463848077	II	SPT-1 / 2.00-2.45 SPT-2 / 4.00-4.07 TP-1 / 6.20-6.55 TP-2/8.00-8.45 TP-3/9.80-10.20	SPT-1 / 11-9-12 SPT-2/R	10.40
S-2	280198.78	46385296	II	SPT-1 / 2.00-2.45 SPT-2 / 4.00-4.35 SPT-3/6.00-6.14 TP-1/7.85-8.20 TP-2/9.90-10.30	SPT-1/9-7-8 SPT-2/12-13-15 SPT-3/R	10.30

En los apéndices de este informe se incluye una ficha con la testificación, fotografías, coordenadas y los resultados de los ensayos de laboratorio de cada sondeo.

4.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han realizado ensayos de laboratorio sobre las muestras recogidas dirigidos a la identificación y caracterización, parametrización química y valoración de su resistencia, deformabilidad y permeabilidad.

Tanto la toma de muestras como la ejecución de los ensayos han sido realizados por CONES, que dispone de la acreditación preceptiva.

La relación de ensayos de laboratorio realizados, la normativa aplicada y la cantidad se detalla como sigue:

Análisis granulométrico (UNE 103-101) 16 ensayos

Límites de Atterberg (UNE 103-103, 103-104) 12 ensayos

Sulfatos solubles (NLT 120) 6 ensayos

Contenido en carbonatos (UNE 103 100) 6 ensayos

Sales solubles (NLT-114) 6 ensayos

Contenido en yesos (NLT-115) 2 ensayos

Hinchamiento libre (UNE-103601)	2 ensayos
Colapso (NLT-254)	2 ensayos
Materia orgánica (UNE 7638)	6 ensayos
Próctor normal (UNE 103-500)	6 ensayos
Densidad (UNE 103 301)	10 ensayos
Humedad natural (UNE 103 300)	10 ensayos
Hinchamiento Lambe (UNE 103 600)	2 ensayos
Consolidación unidimensional en edómetro (UNE 103 405)	2 ensayos
Dispersibilidad por tubificación Pin Hole (NLT 207)	2 ensayos
Compresión triaxial (UNE 103 402/98)	3 ensayos
Ensayo de permeabilidad en célula traxial	2 ensayos
Granulometría por sedimentación (UNE 103 102)	2 ensayos
Resistencia a la compresión simple (UNE 103 400)	5 ensayos

En los apéndices de este informe se incluyen los informes de cada ensayo realizado. Al igual que en cada calicata y sondeo se incluyen los resultados de las muestras analizadas.

4.3.- DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO

4.3.1. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES Y PROPIEDADES GEOTÉCNICAS

En base a las prospecciones de campo y laboratorio realizadas, se ha llevado a cabo una caracterización geotécnica de los materiales identificados en la parcela.

Así, se han diferenciado, de forma general, un total de dos unidades geológico-geotécnicas, cada una de las cuales integra materiales de similar composición y granulometría, que muestran características geomorfológicas e hidrogeológicas del mismo tipo. Dichas unidades son las siguientes:

- Unidad I: Cuaternario
- Unidad II: Terciario-Oligoceno superior-Mioceno

En la parcela se han desarrollado una serie de perfiles geológico-geotécnicos, en los que puede apreciarse la distribución de las diferentes unidades en profundidad.

Para definir las características específicas de cada unidad, se procede a seguir el siguiente procedimiento:

- Características de identificación y clasificación

Para determinar la naturaleza del material se recurre a los ensayos de laboratorio de granulometría por tamizado y límites de Atterberg. Posteriormente, en base a estos resultados se realiza una clasificación del suelo en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS).

- Características Resistentes

La condición resistente de esta unidad puede conocerse mediante ensayos de penetración dinámica, y de SPT en sondeos. A partir de ellos, se determina el valor característico de N_{30} para cada unidad, el cual, en el caso de penetraciones dinámicas, se ha derivado a partir de la expresión siguiente, propuesta por Dhalberg (1974):

$$N_{30} = 25 \cdot \log(1{,}3 \cdot N_{DPSH}) - 15{,}16$$

Con el valor N_{30}, se puede determinar la consistencia o compacidad de los materiales que conforman una unidad.

Para definir los parámetros resistentes c y ϕ, se acude a los ensayos de laboratorio de triaxiales, consolidado no drenado (CU).

En aquellos casos en los que no se cuenta con ensayos de resistencia al corte en laboratorio, se realiza una estimación del ángulo de rozamiento interno, mediante los valores de N_{SPT}, según las siguientes expresiones empíricas:

$\phi = (15^* N_{SPT})^{1/2} + 15^o$ (Road Bridge Specificacion)

$\phi = 0.3^* N_{SPT} + 27^o$ (Japanese Nacional Railway)

- Caracterización de deformabilidad

A través de ensayo edométrico, realizado en algunos sondeos, se ha podido obtener el módulo de deformación edométrico.

En aquellos casos en los que no se hayan realizado ensayos edométricos en sondeo, se estima el módulo de deformabilidad, mediante las siguientes formulaciones, propuestas por Schmertmann:

CONES S.A. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

E= 2.5 qc para zapatas cuadradas o circulares

E= 3.5 qc para zapatas corridas

qc= resistencia al ensayo penetrométrico de cono (CPT), resistencia a la penetración estática.

Schertmann propone relacionar la resistencia a la penetración estática con cono, con el ensayo de penetración estándar (N_{SPT}), en función del tipo de suelo, de la siguiente manera:

Tipo de suelo	qc/N_{SPT}
Arcilla blanda, turba	2
Limos	3
Arena fina limosa	3-4
Arena media	4-5
Arena gruesa	5-8
Grava	8-12

Relación según Schertmann entre resistencia a penetración estática con cono y ensayo de penetración estándar (SPT).

Para conocer las condiciones de asiento de los materiales que forman el terreno, se acude a ensayos de laboratorio tales como los siguientes:, hinchamiento libre, ensayo de colapso y ensayo edométrico.

- Caracterización hidrogeológica

El carácter permeable de cada unidad, se define fundamentalmente, en función del tipo de material predominante, y las observaciones realizadas en el campo, a la hora de la ejecución de las investigaciones "in situ" (ensayo Lefranc).

- Excavabilidad

Se realiza una consideración de tipo de medios necesarios para excavar los materiales que conforman la unidad.

En la parcela se han podido definir las dos unidades geológico-geotécnicas descritas con anterioridad. La caracterización pormenorizada para cada una de ellas es la siguiente:

UNIDAD I. Cuaternario

Son depósitos aluviales y coluviales recientes constituidos por brechas, arenas y limos. Aparecen subyacentes a suelos constituidos por terreno vegetal que presenta las siguientes potencias:

INVESTIGACIÓN	POTENCIA
S-1	0.50 m
S-2	0.50 m
C-1	0.30 m
C-2	0.40 m
C-3	0.40 m
C-4	0.30 m
C-5	0.60 m
C-6	0.20 m

Los espesores de los depósitos aluviales y coluviales registrados en los sondeos y las calicatas alcanzan valores comprendidos entre 1.00 y 4.50 metros. A continuación se adjuntan los espesores diferenciados en cada una de las investigaciones realizadas:

INVESTIGACIÓN	POTENCIA
S-1	4.50 m
S-2	2.70 m
C-1	4.10 m
C-2	3.10 m
C-3	3.60 m
C-4	2.90 m
C-5	2.90 m
C-6	1.00 m

Características de identificación y clasificación

Para la identificación de esta unidad se ha dispuesto de muestras tomadas en las calicatas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN			
	CONTENIDO EN FINOS (%)	LÍMITES DE ATTERBERG	
	0,08	LL	IP
VALOR MÍNIMO	5.93	NP	NP
VALOR MÁXIMO	24.13	NP	NP
VALOR MEDIO	15.03	NP	NP

Esta unidad se define, según la clasificación USCS, de la siguiente manera:

- 100%: SC, arenas, gravosas algo arcillosas.

Características resistentes

En función de la testificación realizada en las calicatas, puede decirse que estos materiales registran una compacidad de media.

Los valores de N_{30} para esta unidad son los siguientes:

DATOS DE ENSAYOS SPT arcillas	N_{30}
S-1 (0.50-3.20 m)	21
S-2 (0.50-5.00m)	15/28
VALOR MÍNIMO	15
VALOR MÁXIMO	28
VALOR MEDIO	21.5

Resistencia al corte

A partir de estos datos tabulados en el Código Técnico de la Edificación se proponen los siguientes parámetros resistentes característicos para esta unidad I:

γ = 1.93 g/cm^3

c´ = 0.04-0.06 Kg/cm^2

ϕ´ = 36º

Características de deformabilidad

El módulo de deformación para esta unidad se propone igualmente según CTE, considerando un suelo de compacidad media entre 40 y 100 MN/m^2.

Caracterización hidrológica

Desde el punto de vista hidrogeológico, puede decirse que la unidad registra una permeabilidad alta.

Excavabilidad

Todos los materiales que componen la Unidad I son excavables mediante medios mecánicos convencionales.

Compactación

Realizado el ensayo de próctor modificado:

Densidad máxima= 2.11-2.25 gr/cm^3

Humedad óptima = 5.8-7.5

Características químicas

Materia orgánica = 0.01-0.09 %

Carbonatos = 43.32-49-88 %

Sales solubles = 0.00-0.18 %

Sulfatos = 470.81-530.64 mg/kg

UNIDAD II. Terciario-Oligoceno superior

Se incluyen aquí los materiales que conforman el sustrato Terciario, que aparecen directamente bajo el cuaternario de la Unidad I.

Estos materiales están integrados por una serie constituida por arcillas a veces algo arenosas , sobre todo en las muestras tomadas en las calicatas, que son más superficiales mostrando una secuencia granodecreciente. Intercalado en este nivel e S-1 aparece una banco de areniscas entre 6.20 y 7.90 m de profundidad.

a) Arcillas

Aparecen a las siguientes profundidades

- S-1 3.20 y 6.20 m y 7.90 y 10.40 m
- S-2 5.00 y 10.30 m.
- C-1 entre 3.20 y 4.20 m (fin calicata)
- C-6 entre 1.20 y 3.50 m (fin calicata)

Características de Identificación y Clasificación

Para la identificación de esta unidad se ha dispuesto de muestras SPT, TP y MA tomadas en los sondeos y calicatas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN Arcilas			
	CONTENIDO EN FINOS (%)	LÍMITES DE ATTERBERG	
	0.08	LL	IP
VALOR MÍNIMO	62.11	26.24	9.57
VALOR MÁXIMO	98.01	41.91	17.67
VALOR MEDIO	80.06	34.07	13.62

Esta unidad se define, según la clasificación USCS, de la siguiente manera:

- 100%: CL Arcillas y arcillas arenosas inorgánicas de baja plasticidad.

Características resistentes

Los valores de N_{30} para esta unidad son los siguientes:

DATOS DE ENSAYOS SPT arcillas	N_{30}
S-1 (3.20-6.20 m)	R
S-1 (7.90-10.40 m)	R
S-2 (5.00-10.30 m)	R
VALOR MÍNIMO	R
VALOR MÁXIMO	R
VALOR MEDIO	R

En función de estos resultados, puede decirse que estos materiales registran una consistencia dura en el S-2 y blanda en el S-1 hasta los 5.00 m pasando a dura hacia el muro de la serie en este sondeo.

Resistencia

Se ha realizado tres ensayos triaxiales Cu y ensayos de compresión simple sobre estos materiales, siendo los resultados como sigue:

SONDEO	TRIAXIAL (CU)			
	C (Kg/cm2)	ϕ (º)	C' (Kg/cm2	ϕ' (º)
S-1 8.00-8.45 m	0.26	23.06	0.21	22.96
S-2 7.85-8.20 m	0.26	23.20	0.20	22.74
S-2 9.80-10.30 m	0.24	24.24	0.21	23.85

SONDEO	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm2)
S-1 6.00-6.55 m	36.32*
S-1 8.00-8.45 m	5.78
S-1 9.80-10.20 m	9.66
S-2 7.85-8.20 m	11.76
S-2 9.90-10.30 m	15.42

* Nivel de arenisca

A partir de estos datos, se proponen los siguientes parámetros resistentes del suelo en situación no drenada (ángulo de rozamiento interno y cohesión en tensiones totales, que responden a una situación a corto plazo) y en situación de drenaje (ángulo de rozamiento interno y cohesión en tensiones efectivas, que responden a una situación a largo plazo).

$\gamma = 1.99$ g/cm^3

$c' = 0.21$ Kg/cm^2 (cohesión efectiva)

$\phi' = 23.0^o$ (ángulo de rozamiento interno efectivo)

$c = 0.25$ Kg/cm^2 (cohesión total)

$\phi = 23^o$ (ángulo de rozamiento interno efectivo)

Compresión simple = 9.66-15.42 kg/cm²

Características de deformabilidad

El módulo de deformación para esta unidad se calcula mediante las formulaciones propuestas por Schertmann, a partir del valor N_{SPT}, para la zona del S-1 hasta los 5.00 m de profundidad, estimándose un módulo de deformación de 25 Kg/cm^2.

Se han realizado dos ensayos edométricos para el resto de la unidad, que aportan los siguientes módulos:

SONDEO	MÓDULO EDOMÉTRICO (Kg/cm^2)
S-1 6.00-6.55 m	689.5*
S-2 7.85-8.20 m	60.00

* Nivel de areniscas

Los ensayos de hinchamiento Lambe, arrojan los siguientes resultados:

Características de Deformabilidad de la unidad Terciario	
MUESTRA	CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN
S-1 4.00 m	NO CRÍTICO
S-2 6.00 m	NO CRÍTICO

Caracterización hidrológica

Desde el punto de vista hidrogeológico, puede decirse que la unidad registra una permeabilidad baja.

Excavabilidad

Todos los materiales que componen la Unidad I son excavables mediante medios mecánicos convencionales.

Compactación

Realizado el ensayo de próctor modificado:

Densidad máxima= 1.97-2.03 gr/cm³

Humedad óptima = 9.80-11.50

Características químicas

Carbonatos = 43.01-49.88 %

3.4 Agresividad

Para determinar el potencial de agresividad que puede presentar el suelo o el agua natural que se encuentra en el subsuelo se han realizado diferentes análisis químicos, 6 sulfatos solubles en muestras de suelos.

SONDEOS

			GRADO DE AGRESIVIDAD CONTENIDO EN SULFATOS		
PROCEDENCIA	COTA (m)	SULFATOS (mg/kg)	DEBIL	MEDIO	FUERTE
S-1	4.00-4.07	575.2	2000-6000	6000-12000	> 12000
S-2	2.00-2.45	592.2			
S-2	4.00-4.45	856.4			
C-1	2.00	525.72			
C-2	1.80	530.64			
C-3	1.80	530.42			
C-4	3.50	402.64			
C-5	2.10	470.81			
C-6	2.00	1029.44			

En base a los resultados obtenidos no se han detectado sulfatos en concentraciones suficientes como para determinar un grado de agresividad.

Las aguas tampoco presentan grado de agresividad alguno según especificaciones de la EHE.

En base a estos valores suelos y agua son NO AGRESIVOS.

3.5 Expansividad

El grado de expansividad de los materiales existentes en la zona de estudio es nulo.

5.- CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES

En este apartado se relacionan las características básicas y más idóneas que deben tener los materiales a emplear para el núcleo y los espaldones, siguiendo las indicaciones básicas del pliego de de cláusulas administrativas, técnicas y económicas REF.:TEC0002615 y el pliego de exigencia de materiales aportado por el peticionario.

Así mismo, se ha añadido la influencia que las distintas características geotécnicas pueden tener en el comportamiento de los materiales

En la tabla siguiente se indican algunas propiedades de los suelos según la clasificación USCS.

NOMBRES DE GRUPOS DE SUELOS	SÍMBOLOS DE GRUPO	PROPIEDADES IMPORTANTES			TRABAJABILIDAD COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
		Permeabilidad compactado	Resistencia al corte compactado y saturado	Compresibilidad, compactado y saturado	
Gravas bien graduadas, mezclas arena-grava, pocos o ningún fino	GW	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente
Gravas mal graduadas, mezclas arena-grava, pocos o ningún fino	GP	Muy permeable	Buena	Despreciable	Buena
Gravas limosas, mezclas de limo, arena y grava mal graduada	GM	Semipermeable a impermeable	Buena	Despreciable	Buena
Gravas arcillosas mezclas de arcilla, arena y grava mal graduada	GC	Impermeable	Buena a media	Muy baja	Buena
Arenas bien graduadas, arenas gravelosas, pocos o ningún fino	SW	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente
Arenas mal graduadas, arenas gravelosas, pocos o ningún fino	SP	Permeable	Buena	Muy baja	Mediana
Arenas limosas, mezclas de limo y arena mal graduada	SM	Semipermeable a impermeable	Buena	Baja	Mediana
Arenas arcillosas, mezclas de arcilla y arena mal graduada	SC	Impermeable	Buena	Baja	Buena
Limos inorgánicos y arenas muy finas, arenas finas arcillosas o limosas con baja plasticidad	ML	Semipermeable a impermeable	Mediana	Media	Mediana
Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravelosas, arcillas arenosas, arcillas limosas	CL	Impermeable	Mediana	Media	Buena a mediana
Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	OL	Semipermeable a impermeable	Mala	Media	Mediana
Limos inorgánicos, suelos arenosos o limosos finos micáceos	MH	Semipermeable a impermeable	Mediana a mala	Alta	Baja
Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	CH	Impermeable	Mala	Alta	Baja
Arcillas orgánicas de plasticidad media o alta	OH	Impermeable	Baja	Alta	Baja
Turba y suelos muy orgánicos	PT	-	-	-	

CONES, s.a. CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

5.1.- MATERIALES PARA NÚCLEOS

Granulometría y plasticidad

Las tierras que se empleen **no deberán contener elementos pétreos cuyo tamaño exceda de 12 cm.** Y **su granulometría deberá ser lo más regular y continua posible,** cumpliendo la condición de **que el material pasante por el tamiz número 200 (A.S.T.M.)** sea, como **mínimo el 40 %** del peso total.

En cuanto a su **plasticidad**, el material pasante por el tamiz número 40 (A.S.T.M.) deberá tener un límite líquido **LL < 35** con un índice de plasticidad **IP ≤ 7.** O bien, cuando el Director de las obras lo autorice previamente, $35 \leq LL \leq 65$ con IP = 0.6 x LL - 9

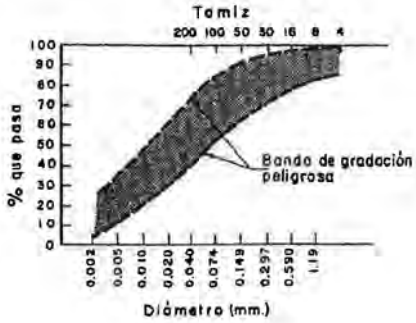
En general las granulometrías más extendidas dan lugar a rellenos más resistentes, menos deformables y más impermeables.

Las arcillas plásticas resisten mejor que los limos la erosión del agua en caso de agrietamiento. Aunque las primeras pueden favorecer el mantenimiento de la fisura, mientras que los limos sin plasticidad se saturan con mayor rapidez, tendiendo a caer y cerrar la fisura.

Los limosos con poca plasticidad tienen más resistencia que las arcillas plásticas, aunque disminuye la impermeabilidad.

En núcleos arcillosos con arcillas plásticas con IP>25 y LL>50 se pueden plantear problemas de fisuración al perder humedad.

La granulometría y plasticidad del material influyen en la posibilidad de fisuración. En la siguiente figura se muestra el huso granulométrico de materiales particularmente susceptible a la fisuración.



Las arcillas de baja plasticidad (IP<15) que están dentro del huso son más propensas a la fisuración cuando se compactan en seco, que otras más finas o gruesas que quedan fuera del huso. Sin embargo las arcillas de alta plasticidad (IP>20) más finas y externas al huso pueden soportar deformaciones muy grandes sin figurarse.

Compactación

La **densidad seca máxima** en el ensayo de **compactación normal** será, como **mínimo, del 1,60 gr/cm³**. Solamente podrán emplearse tierras de densidad inferior cuando lo autorice previamente el Director de las obras.

Las arcillas son muy sensibles a los cambios en contenido de humedad, lo que obliga a ser muy exigentes en el control de la ejecución, ya que se pueden producir problemas de fisuración.

La humedad a la hora de compactar es un aspecto influyente en la fisuración, ya que se ha observado que la mayor parte de presas con problemas de fisuración se compactaron con bajo contenido en agua (hasta 5% por debajo de la humedad óptima).

Contenido en sustancias nocivas

Los materiales no deberán sobrepasar los porcentajes en peso que a continuación se especifican:

Contenido en **sales solubles < 1,0 %**

Contenido en **yeso < 5,0 %**

Contenido en **sulfatos < 3,0 %**

Contenido en **carbonatos**, expresado en porcentaje de CO3 < **20,0 %**

Contenido de **materia orgánica < 0,5 %** en peso de suelo seco, por lo que se eliminará previamente la capa de tierra orgánica en todo el área donde hayan de ser extraídos.

Asimismo dichos materiales estarán exentos de restos vegetales de cualquier tamaño (troncos de árboles, ramas, etc.), así como los detritos producidos por actividades humanas (chatarrra, plásticos, vidrios,etc.).

Resistencia

La resistencia de los materiales a emplear en la construcción del núcleo se define por el **ángulo de rozamiento interno y la cohesión efectivos**, obtenidos en ensayos sobre muestras compactadas al 95% de la densidad máxima del ensayo Próctor Normal y con humedad óptima, y saturadas por aplicación de presión neutra en los poros.

Dispersividad

Se utilizarán materiales caracterizados como **no dispersivos**, mediante el ensayo de dispersividad **"Pin-Hole".**

La Dispersividad suele estar asociada a la presencia de sales de sodio en el agua intersticial.

Hinchamiento

Para evaluar cualitativamente un aumento de volumen del material puesto en obra, se realizarán ensayos de hinchamiento **Lambe**, debiendo clasificarse los resultados como **No Crítico**

Permeabilidad

Los materiales que se empleen en la construcción de núcleos impermeables deberán reunir las condiciones anteriores y tener además, un **coeficiente de permeabilidad: $k < 10^{-5}$ cm./seg.**

5.2.- MATERIALES PARA ESPALDONES

Granulometría

El material que se empleará en la construcción del espaldón de la presa tendrá una granulometría tal que cumpla las siguientes especificaciones:

El tamaño máximo, $D_{máx}$ no debe superar 2/3 del espesor de tongada

Porcentaje máximo en peso **de tamaños menores de 0,080 mm no debe ser superior al 25,0 %**

El Director determinará, en base a los resultados de los terraplenes de prueba, o de la ejecución del relleno en sus primeras tongadas, el porcentaje máximo de elementos cuyo tamaño esté comprendido entre 3/4 del tamaño máximo y el tamaño mínimo.

El Director podrá autorizar la presencia en el relleno de piedras aisladas que superen el tamaño máximo, siempre y cuando su peso individual no exceda los 7/5 de aquél. El contenido de estas piedras no podrá exceder el cinco por ciento (5%) del volumen total de la tongada y se deberá asegurar que su colocación permite la compactación a su alrededor y que no quedan huecos debajo de ellos.

Cuando el contenido en finos es superior al 10 % y tienen plasticidad, afecta de forma notable a la humedad de compactación.

Las granulometrías bien gradadas son más resistentes que las uniformes, y contenidos en finos superiores al 25-30 % puede dar lugar a grandes caídas en las propiedades resistentes.

Contenido en sustancias nocivas

Se entienden por sustancias nocivas todas aquellas cuya presencia en cantidades suficientes modifica las características de resistencia, permeabilidad, o cualquier otro parámetro del material a utilizar.

Los materiales a emplear para la construcción del espaldón de la presa tendrán unos contenidos en sustancias nocivas que no sobrepasarán los porcentajes en peso que a continuación se especifican.

Contenido en **Sales solubles < 1,0 %**

Contenido en **materia orgánica (M.O.) < 2,0 %**

Los materiales a emplear para la construcción del espaldón de la presa estarán exentos de restos vegetales de cualquier tamaño (troncos de árboles, ramas, etc.), así como de detritos producidos por actividades humanas (chatarra, plásticos, vidrios, etc.).

Resistencia

La resistencia de los materiales a emplear en la construcción del espaldón de la presa se define por el **ángulo de rozamiento interno efectivo**.

CONES, S.A. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

7.- VALORACIÓN DE LOS PRÉSTAMOS

En este apartado se hace una valoración de los préstamos propuestos basándose en las siguientes características y puntuaciones:

Idoneidad del material: Hace referencia a la calidad del material para su empleo en la medida que cumple las características exigidas, ya sea como núcleo o como espaldones. La valoración se hace de 1 a 10, siendo los menores valores para materiales menos idóneos y aumentando a medida que los materiales mejor cumplen las exigencias del pliego.

Reservas: Se refiere a la cantidad de material utilizable en el préstamo. La valoración es de 1 a 5, siendo los valores más bajos para menores reservas y aumentando la valoración con la cantidad de material utilizable.

Explotación: Se refiere a la facilidad o dificultad del préstamo para realizar su explotación, ya sea por motivos de dureza del material y problemas que puedan existir. Se valorará con valores comprendidos de 1 a 5. Los mayores valores serán para los préstamos que presenten mayor facilidad para su explotación.

Accesos: Se valora la facilidad para acceder a la zona de préstamo, teniendo en cuenta que deberá hacer con maquinaria pesada y camiones, así como posibles soluciones para facilitar el acceso. La valoración será entre 1 y 5. Los mayores valores se reservan para las zonas con más fácil acceso, siendo los menores para aquellas que presentan mayores dificultad.

Distancia a la obra: Se tiene en cuenta la distancia desde la zona de préstamo a la ubicación del posible dique, medida en kilómetros por las carreteras que existen actualmente. Los valores variarán entre 1 y 5, valorándose con más puntuación cuanto menor sea la distancia.

Impacto ambiental: Se consideran las afecciones ambientales que tendrá la explotación del préstamo, tanto en el entorno de éste, como el efecto de la obras de acceso y transporte del material. La puntuación variará entre 1 y 5. Cuanto mayor sea la afección ambiental menor será la valoración.

En la siguiente tabla se puede ver la valoración de cada préstamo en cada uno de los aspectos tenidos en cuenta y su puntuación final, siendo los que se consideran más adecuados aquellos que tienen mayor puntuación.

Préstamo	Utilización	Idoneidad	Reservas	Explotación	Accesos	Distancia	Impacto ambiental	Puntuación Final
UNIDAD I	Espaldón	8*	2	4	5	5	4	28
UNIDAD II	Núcleo	8*	4	4	5	5	4	30

* Salvo por Contenido en carbonatos

En Madrid, a 26 de diciembre de 2011

P.A.

FDO.: AIDA NISTAL TERRÓN
Lcda. C. Geológicas

FDO.: Mª LUISA SÁNCHEZ RUBIO
Lcda. C. Geológicas

6.- PRÉSTAMOS

En este apartado se resumen las principales características de aquellas zonas que se consideran aptas para su empleo en la construcción del dique, separándose en préstamos para materiales de núcleo y espaldones, basándonos en las características exigidas que se han relacionado en el apartado anterior.

Debido a las características geológicas y genéticas de la zona, la presencia de carbonatos es generalizada en todas las unidades geológicas, por lo que no se han rechazado materiales por este motivo, ya que si no la balsa no sería viable.

6.1.- PRÉSTAMOS PARA ESPALDONES

6.1.1.- UNIDAD I

La zona pertenece al vaso de la balsa. Los materiales a explotar son unas arenas gravoas cuarcíticas redondeadas con tamaños de 2 a 6 cm con matriz arenosa de color marrón.

Tienen un contenido en finos (% que pasa por el tamiz 0,080 mm) inferior al 12 % y carecen de plasticidad o la misma es baja. La densidad optima media en el ensayo próctor modificado es de 2,18 gr/cm^3 con una humedad de 7 %, siendo la natural entorno a 3.0 %.

El contenido en sustancias nocivas es despreciable, con valores inferiores a 0,5 % salvo los carbonatos que prresentan concentraciones elevadas superiores al 40%.

Es un material apto para su empleo en la construcción de los **espaldones**.

Estas gravas cumplen perfectamente con las especificaciones requeridas. Aparecen en sondeos y calicatas con espesores que varían de 1.00 a 4.50 m, sienco el espesor más representativo entorno a los 3.00 m.

Para su explotación se podrán utilizar métodos convencionales, principalmente máquinas excavadoras.

El acceso es bastante bueno por carretera.

Al estar dentro del vaso de la balsa el impacto ambiental quedaría muy minimizado, ya que no es necesaria la tala de ningún tipo de árbol.

6.2.- PRÉSTAMOS PARA NÚCLEO

6.2.1.- UNIDAD II

El préstamo se sitúa igualmente en el vaso de la balsa. Los materiales están formacos por arcillas y limos en general de baja plasticidad y tonos marrones y rojizos. En general los carbonatos aparecen en todo el préstamo.

Son materiales con contenido en finos generalmente bastante superior al 40 %, en todas las muestras ensayadas. Son suelos poco plásticos, con L.L , con máximo de 34, e I.P. que suelen presentar valores inferiores a 20 en todos los casos siendo el valor más representativo en torno a 14. No son de esperar problemas de fisuración al perder humedad.

En cuanto a sustancias nocivas, tienen valores despreciables excepto el contenido en carbonatos que como valor medio es de 46 %, siendo en todas las muestras analizadas muy superiores al 20 %.

Las densidades máximas en el ensayo próctor normal son superiores a 1,60 gr/cm^3, con valores que rondan el 2.00 gr/cm^3.

Las arcillas no son dispersivas según el ensayo Pin-hole, que da resultados ND-1.

No presentan problemas de expansividad ni colapso.

Son materiales bastante impermeables, con un valor máximo de 2,362 10^{-6} y medio de 1.262 10^{-6}.

Son materiales aptos para **núcleo** de la balsa, aunque presentan principalmente problemas de contenido elevado en carbonatos.

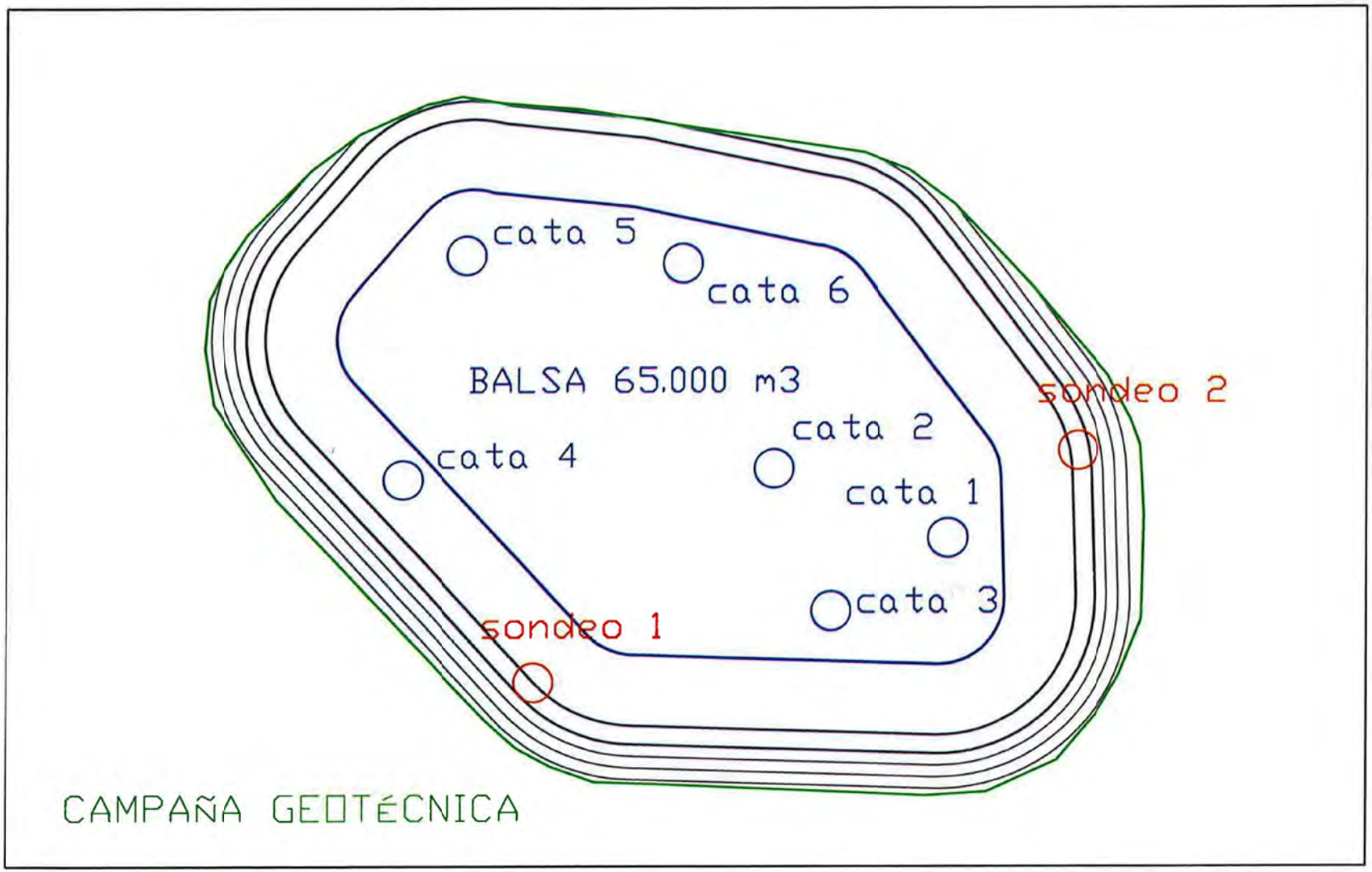
La explotación en general será bastante sencilla con máquinas excavadoras. Como excepción puede ser necesario el empleo de tractores escarificadores para aquello sustrato más carbonatos y de mayor potencia que se presentan como costras.

Los accesos son bastante buenos. El impacto ambiental principal sería la ubicación del suelo desechable, la eliminación de arboleda y el paso por poblaciones en el transporte del material.

ANEJOS

A. PLANOS

CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

B. COLUMNAS DE SONDEOS

CONES, s.a.

Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

EXPEDIENTE:	3593-11/11	COORDENADAS X:	MAQUINARIA:TP-50
PETICIONARIO:	TRAGSATEC	Y:	SONDISTA: IVAN GÓMEZ
OBRA:	BALSA 3, T.M. DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	Z:	

SONDEO S-1
Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Corte geológico	Descripción del terreno
0		0.00-0.50 m TERRENO VEGETAL
1		0.50-3.20 CUATERNARIO 1.80-3.40 m : NIVEL I SC Arenas gravosas de baja plasticidad . .COMPACIDAD: MEDIA
2		
3		3.20-10.40 TERCIARIO NIVEL II 3.20-6.20m: limoarcillas en disposición caótica con cantos envueltos en una matriz arcillosa rojiza. CONSISTENCIA: DURA
4		
5		
6		6.20-7.90 m: Areniscas
7		
8		7.90-10.40 Limoarcillas rojizas de baja plasticidad.
9		
10		

Muestra		Ensayos de estado			Ensayos de identificación							Ensayos de resistencia					Ensayos de expansividad					Ensayos químicos				Observaciones
					Granulometría				Límites de Atterberg				Triaxial		Corte directo											
Tipo	N	Humedad (%)	Densidad aparente (gr/cm³)	Densidad seca (gr/cm³)	# 5	# 2	# 0.4	# 0.08	LL	LP	IP	Compresión simple (kg/cm²)	Ø (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Colapso (%)	H libre (%)	P.hinch. (kg/cm²)	Lambe	Edómetro (%)	Sulfatos (mg/kg)	Carbonatos (%)	Materia orgánica (%)	Cont. yesos (%)	
2.00																										
S.P.T	11-9-12	64.00	2.33	1.95	70.78	59.40	42.25	24.13	NP	NP	NP															
2.45																										
4.00																										
4.07 S.P.T	R	9.32	2. 23	4.90	97.85	96.83	95.89	93.09	32.79	20.39	12.41										575.2					
6.00																										
T.P.		8.35	2.45	2.26	98.39	96.81	96.18	84.15				36.32														
6.55																										
8.00																										
T.P.		14.17	2.21	1.94	99.70	98.81	97.73	95.48	40.00	23.46	15.54	5.78														
8.45																										
9.80																										
T.P.		7.54	2.39	2.22	91.34	89.37	87.09	65.95				9.66														
10.20																										

Muestras		Golpeo (N)
S	Ensayo SPT	en SPT: Golpes/30 cm
MI	Muestra inalterada a hinca	en MI: Golpes/15 cm
TP	Testigo parafinado	R= Rechazo
TR	Testigo de roca	
PT	Puntaza tiega	

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

EXPEDIENTE:	3593-11/11	COORDENADAS X:	MAQUINARIA:TP-50
PETICIONARIO:	TRAGSATEC	Y:	SONDISTA: IVAN GÓMEZ
OBRA:	BALSA 3, T.M. DE TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	Z:	

SONDEO S-2
Hoja 1 de 1

RECUPERACIÓN RQD 20 40 60 80	NIVEL FREÁTICO	PROFUNDIDAD (m) MANIOBRAS	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA TIPO	MUESTRA N	ENSAYOS DE ESTADO Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN GRANULOMETRÍA #5	#2	#0.4	#0.08	LIMITES DE ATTERBERG LL	LP	IP	ENSAYOS DE RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE (kg/cm²)	TRIAXIAL Ø (kg/cm²)	TRIAXIAL C (kg/cm²)	CORTE DIRECTO Ø (kg/cm²)	CORTE DIRECTO C (kg/cm²)	ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD COLAPSO (%)	H.LIBRE (%)	P.HINCH. (kg/cm²)	LAMBE	EDOMETRO (°)	ENSAYOS QUÍMICOS SULFATOS (mg/kg)	CARBONATOS (%)	MATERIA ORGANICA (%)	CONT. YESOS (%)	OBSERVACIONES
		0		0.00-0.50 m TERRENO VEGETAL																											
		1		0.50-5.00 CUATERNARIO 0.50-5.00 m : NIVEL I SC Arenas gravosas de baja plasticidad .																											
		2		.COMPACIDAD: MEDIA	2.00 S.P.T 2.45	9-7-8	3.85	2.34	1.96	72.46	59.20	37.60	21.42	NP	NP	NP										592.2					
		3																													
		4		COMPACIDAD: MEDIA	4.00 S.P.T 4.45	12-13-15	2.25	2.37	1.98	71.90	60.38	35.86	17.51	NP'	NP	NP										856.4					
		5		5.00-10.30 TERCIARIO NIVEL II 5.00-10.30 m: limoarcillas de color rojizo. CONSISTENCIA: DURA																											
		6			6.00 S.P.T 6.14	R	11.14	2.26	1.92	92.96	90.49	88.51	87.59	41.91	24.24	17.67															
		7																													
		8			7.85 T.P. 8.20		7.94	2.33	2.16	90.91	87.51	85.88	71.57				11.76														
		9																													
		10			9.90 T.P. 10.30		8.37	2.31	2.14	100.0	99.70	95.06	40.83				15.42														

MUESTRAS		GOLPEO (N)
S	Ensayo SPT	en SPT: Golpes/30 cm
MI	Muestra inalterada a hinca	en MI: Golpes/15 cm
TP	Testigo parafinado	R= Rechazo
TR	Testigo de roca	
PT	Puntaza ciega	

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 8152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

C. CALICATAS

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m):	4. 40 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 1
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	Profundidad de inicio de la capa	Colores capas: Dentro (*)	Colores capas: Alrededores	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático	MUESTRA	RESISTENCIA A LA EXCAVACIÓN: Bajo	Medio	Alta	Muy excavable	GRADO ESTABILIDAD PAREDES: Estable	Estable con tendencia al desmoronamiento	Desprotegido	Fisurado	Fisurado con tendencia al desmoronamiento	Desprotegido	FILTRACIONES: Seco	Goteo	Goteo con tendencia a aumentar	Filtración	Filtración con tendencia a aumentar	Flujo	ENSAYOS "in situ": Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	CaCO3 (reacción ácido)
0					0.00-0.30 m. Terreno vegetal																				
1					0.30-4.40 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media																				
2							⧗																		
3																									
4																									

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS DE ESTADO: Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN: GRANULOMETRÍA: # 5	# 2	# 0.4	#0.08	LÍMITES DE ATTERBERG: LL	LP	IP	PRÓCTOR NORMAL: Densidad (g/cm³)	Humedad óptima (%)	PRÓCTOR MODIFICADO: Densidad (g/cm³)	Humedad óptima (%)	ÍNDICE CBR: Índice CBR 100%	Índice CBR 95%	Hinchamiento (%)
2	3.33			54.5	44.4	20.8	5.9	N.P	N.P	N.P'			2.18	6.9			

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD: Colapso (kg/cm²)	Hinchamiento libre (%)	Presión hinchamiento (kg/cm²)	LAMBE	EDÓMETRO: Pp	Cc	Cs	ENSAYOS QUÍMICOS: Sulfatos (mg/kg)	Carbonatos (%)	Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Contenido en yesos (%)	CLASIFICACIÓN: USCS	PG3	HRB: Grupo	Índice de grupo
2								528	44.6	0.06	0.13			Selec.		

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m) :	3.50 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 2
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	ENSAYOS DE ESTADO: Humedad (%)	Densidad aparente (gr/cm³)	Densidad seca (gr/cm³)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN: GRANULOMETRÍA # 5	# 2	# 0.4	#0.08	LÍMITES DE ATTERBERG: LL	LP	IP	PRÓCTOR NORMAL: DENSIDAD (gr/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	PRÓCTOR MODIFICADO: DENSIDAD (gr/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	ÍNDICE CBR	ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD: COLAPSO (kg/cm²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	PRESIÓN HINCHAMIENTO (kg/cm²)	LAMBE	EDÓMETRO: Pp	Cc	Cs	ENSAYOS QUÍMICOS: SULFATOS (mg/kg)	CARBONATOS (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	SALES SOLUBLES (%)	CONTENIDO EN YESOS (%)	CLASIFICACIÓN: USCS	PG3	HRB: GRUPO	ÍNDICE DE GRUPO
0	0.00-0.40 m. Terreno vegetal																																	
1	0.40-3.50 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media	▼	3.61			49.8	46.3	22.1	8.95	NP	NP	NP			2.19	6.4									530.6	43.3	0.09	0.00			Selec.			
2																																		
3																																		
4																																		

MUESTRAS
- Muestra alterada
- Nivel freático

OBSERVACIONES
Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m) :	4. 00 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 3
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	RESISTENCIA A LA EXCAVACIÓN: Baja	Media	Alta	GRADO ESTABILIDAD PAREDES: Estable	FILTRACIONES: Seco	ENSAYOS "in situ": $CaCO_3$	ENSAYOS DE ESTADO: Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN – GRANULOMETRÍA: # 5	# 2	# 0.4	#0.08	LÍMITES DE ATTERBERG: LL	LP	IP	PRÓCTOR NORMAL: DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	PRÓCTOR MODIFICADO: DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	ÍNDICE CBR	ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD: COLAPSO (kg/cm²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	PRESIÓN HINCHAMIENTO (kg/cm²)	LAMBE	EDÓMETRO: Pp	Cc	Cs	ENSAYOS QUÍMICOS: SULFATOS (mg/kg)	CARBONATOS (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	SULFAT SOLUBLES (%)	CONTENIDO EN YESOS (%)	CLASIFICACIÓN: USCS	PG3	HRB: GRUPO	INDICE DE GRUPO
0	0.00-0.40 m. Terreno vegetal																																									
1	0.40-4.00 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media																																									
2									3.18			41.2	33.2	19.7	7.85	NP	NP	NP			2.25	5.80										530.6	48.1	0.01	0.11			Adec.	
3																																										
4																																										

MUESTRAS

- Muestra alterada
- Nivel freático

OBSERVACIONES

Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m):	4. 20 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 4
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	Humedad (%)	Densidad aparente (gr/cm³)	Densidad seca (gr/cm³)	# 5	# 2	# 0.4	#0.08	LL	LP	IP	DENSIDAD (gr/cm³)	COLAPSO (kg/cm²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	Pp	Cc	Cs	SULFATOS (mg/kg)	CARBONATOS (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	SALES SOLUBLES (%)	CONTENIDO EN YESOS (%)	USCS	PG3
0	0.00-0.40 m. Terreno vegetal																								
1	0.40-3.20 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media																								
2																									
3																									
4	3.20-4.20 m. Terciario-Nivel II. CL.Limoarcillas de baja plasticidad. Consitencia dura		3.50			96.0	94.4	90.2	62.1	26.2	16.7	9.6	2.03	0.09	0.18				402.	643.01	0.09	0.19	0.08		

MUESTRAS

- Muestra alterada
- Nivel freático

OBSERVACIONES

Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m):	3.50 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 5
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	# 5	# 2	# 0.4	#0.08	LL	LP	IP	Densidad (g/cm³)	Humedad óptima (%)	Densidad (g/cm³)	Humedad óptima (%)	Colapso (kg/cm²)	Hinchamiento libre (%)	Presión hinchamiento (kg/cm²)	Pp	Cc	Cs	Sulfatos (mg/kg)	Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	USCS	PG3
0 – 0.60	0.00-0.60 m. Terreno vegetal																										
0.60 – 3.50	0.60-3.50 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásicas. Compacidad media	■	1.50			54.8	46.3	34	21.7	26.2	16.7	9.6			2.11	7.5							470	24	0.07	0.18		Selec.

MUESTRAS
- ■ Muestra alterada
- Nivel freático

OBSERVACIONES
Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, S.A. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

CONES, s.a.
Control de Calidad y Estudios Geotécnicos

OBRA:
Balsa 3
Tamarite de Litera
(Huesca)

MAQUINARIA EMPLEADA:	retroexcavadora mixta
PROFUNDIDAD ALCANZADA (m) :	3.50 m
GEÓLOGO:	Roberto Ramos
FECHA DE REALIZACIÓN:	Diciembre 2011

COORDENADAS:
X :
Y :
Z :

CALICATA 6
Hoja 1 de 1

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	Humedad (%)	Densidad aparente (g/cm³)	Densidad seca (g/cm³)	# 5	# 2	# 0.4	#0.08	LL	LP	IP	Pp	Cc	Cs	Sulfatos (mg/kg)	Carbonatos (%)	Materia orgánica (%)	Sales solubles (%)	Contenido en yesos (%)	USCS	PG3
0	0.00-0.40 m.Terreno vegetal																					
1	0.40-1.20 m. Cuaternario-Nivel I. SC Arenas gravosas no plásticas. Compacidad media																					
2	1.20-3.50 m. Terciario-Nivel II. CL.Limoarcillas de baja plasticidad. Consitencia dura	☒	11.54			99.7	99.2	98.7	98.0	37.6	21.8	15.9				0.09	0.01	0.24			1029.4	49.8	0.03	0.56	0.24		Toler.
3																						
4																						

MUESTRAS
☒ Muestra alterada
Nivel freático

OBSERVACIONES
Ensayo de permeabilidad en célula triaxial C-1 0.00-1.00 : K= 2.256 E4

CONES, s.a. CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ESCALA (EN A-3): 1:50

D. ENSAYOS DE LABORATORIO

D.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

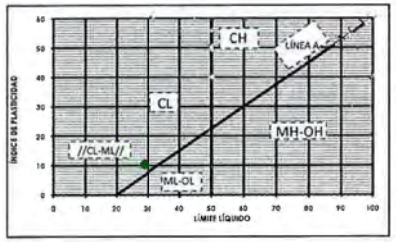
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO NO PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO NO PLÁSTICO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD NO PLÁSTICO

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	83,23	16,77
5	70,78	29,22
2	59,40	40,60
0,40	42,25	57,75
0,08	24,13	75,87

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 4,00

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	16,77
ARENAS	59,10
FINOS	24,13

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf: 91 6152199 Fax: 91 6152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA		PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)		TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**		**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1	2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,33

Densidad seca (gr/cm^3)	1,95

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA		PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)		TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**		**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1	2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	4,00

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	99,00	1,00
5	97,85	2,15
2	96,83	3,17
0,40	95,89	4,11
0,08	93,09	6,91

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 9,32

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	1,00
ARENAS	7,90
FINOS	93,09

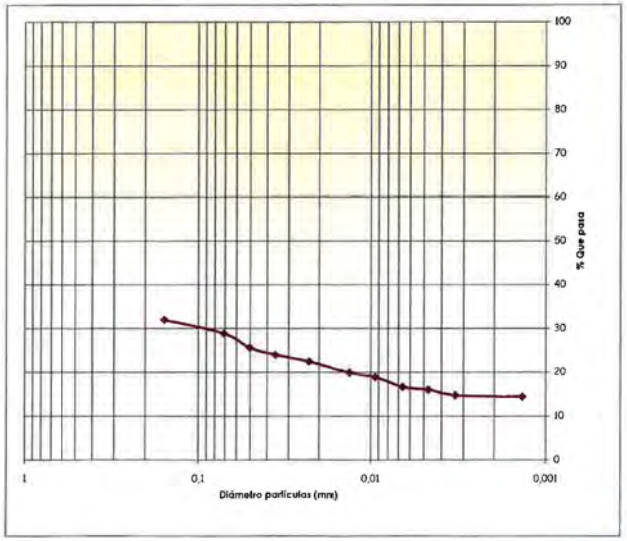
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA Nº 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1611-11	S-1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN. (UNE 103 102)

Masa suelo seco ensayada (g): 50,015

Tiempo (min.)	Diametro equivalente D(mm)	% masa que pasa por D. K(%)
0	0,1548	31,90
0,5	0,0705	28,71
1	0,0499	25,52
2	0,0356	23,92
5	0,0227	22,33
15	0,0131	19,77
30	0,0094	18,82
60	0,0066	16,59
120	0,0047	15,95
240	0,0033	14,67
1440	0,0014	14,35



CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tfn: 91 6152399 Fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	9,32

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

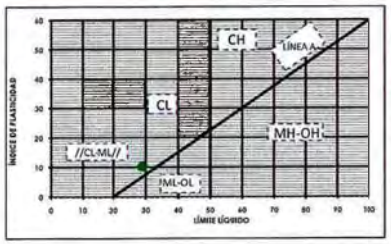
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO 32,79

LÍMITE PLÁSTICO 20,39

ÍNDICE DE PLASTICIDAD 12,41

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	27	23
% HUMEDAD	32,62	32,99
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
20,39		

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6152399 fax 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,23

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	1,90

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

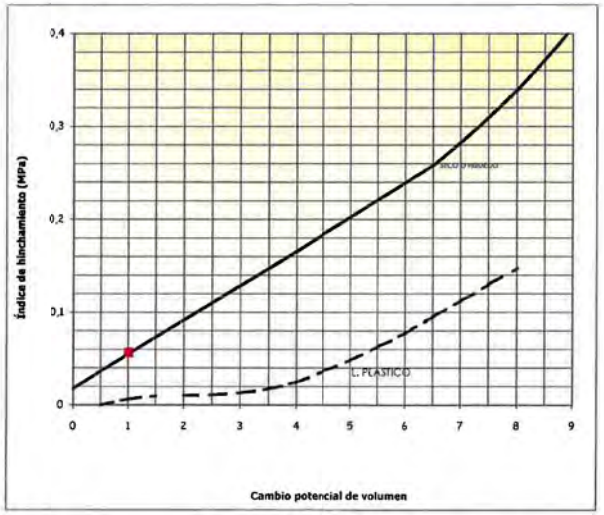
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
1612-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

Ensayo Expansividad Lambe. UNE 103 600.

Datos del ensayo

Diámetro (mm): 70,00
Altura (mm): 16,00
Tipo de ensayo: seco
Nº Capas: 3
Nº Golpes: 7
Precarga (KN): 4,5
Lectura comparador: 20
Carga (KN): 0,2173

HUMEDAD INICIAL: 0,01%
HUMEDAD FINAL: 32,52%



Índice de Hinchamiento (Mpa) **0,0565** ***Cambio Potencial de Volumen:*** **NO CRÍTICO**

Observaciones:

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanos de Madrid (Madrid)
Tf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
1620-11	S-1 6,20-6,55	DICIEMBRE 2011

Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,14
Altura (cm.):	11,68
Peso humedo total (g.):	1146,00
Área (cm²):	40,04
Volumen (cm³):	467,66
Humedad (%):	8,35
Dens. Seca (g/cm³):	2,262
Dens. Humeda (g/cm³):	2,451

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	36,32
Deformación en la rotura (%):	2,40

Observaciones:

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1620-11	S-1 6,20-6,55 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	100,00	0,00
5	98,39	1,61
2	96,81	3,19
0,40	96,18	3,82
0,08	84,15	15,85

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 8,35

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	0,00
ARENAS	15,85
FINOS	84,15

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1620-11	S-1 6,20-6,55 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,45

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	2,26

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1620-11	S-1 6,20-6,55 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	8,35

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 - 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf.91 8152399 fax.91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 8,00-8,45 m	DICIEMBRE 2011

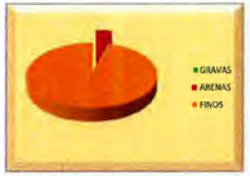
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

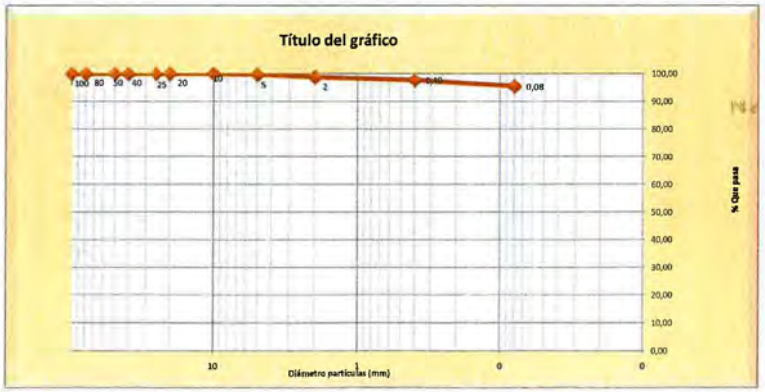
Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	100,00	0,00
5	99,70	0,30
2	98,81	1,19
0,40	97,73	2,27
0,08	95,48	4,52

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 14,17

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	0,00
ARENAS	4,52
FINOS	95,48





CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

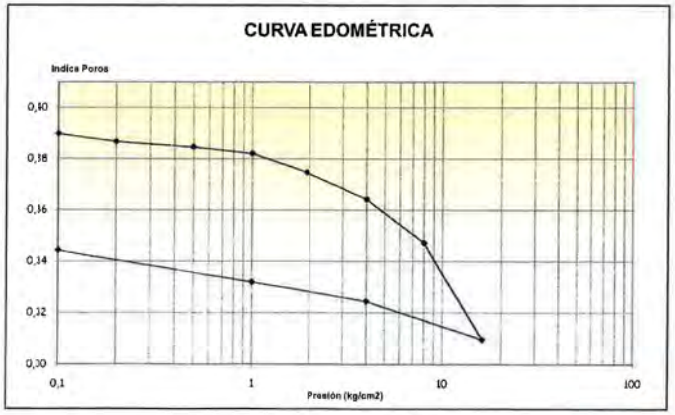
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3, TAMARITE DE LITERA (HUIESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1623-11	SONDEO 1 6,20-6,55	DICIEMBRE 2011

ENSAYO EDÓMETRICO UNE 103 405

DATOS INICIALES:	
Diametro (mm):	5,00
Altura (mm):	2,00
Volumen (cm3):	39,27
Area (cm2):	19,63
Ho.(mm):	20,00
Hs.(mm):	14,41
I.P (e_o) inicial:	0,388
Lectura inicial:	0

	INICIAL	FINAL
P. Especif. (g/cm3):	2,710	2,710
Dens. Seca (g/cm3):	1,953	1,953
Dens. Hum. (g/cm3):	2,208	2,230
Humedad. Wo(%):	13,04	14,20
Grado saturación Sr (%):	91,18	99,29

Pres. (kg/cm2)	Incial de cada escalón. Lo (mm)	Final de cada escalón Lf (mm)	Altura inicial Ho (mm)	Altura de la probeta al final de cada escalón H(mm)	Altura del sólido. Hs (mm)	Índice de poros en cada escalón e
0,1	0,000	0,032	20,00	20,03	14,41	**0,390**
0,2	0,027	-0,012	20,00	19,99	14,41	**0,387**
0,5	-0,006	-0,043	20,00	19,96	14,41	**0,385**
1	-0,038	-0,080	20,00	19,92	14,41	**0,382**
2	-0,094	-0,185	20,00	19,82	14,41	**0,375**
4	-0,173	-0,336	20,00	19,66	14,41	**0,364**
8	-0,400	-0,582	20,00	19,42	14,41	**0,347**
16	-0,604	-1,125	20,00	18,88	14,41	**0,309**
4	-1,125	-0,910	20,00	19,09	14,41	**0,324**
1	-0,910	-0,802	20,00	19,20	14,41	**0,332**
0,1	-0,802	-0,625	20,00	19,38	14,41	**0,344**



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
(1) 91 6152899 fax (1) 6152314 cones@cones.es

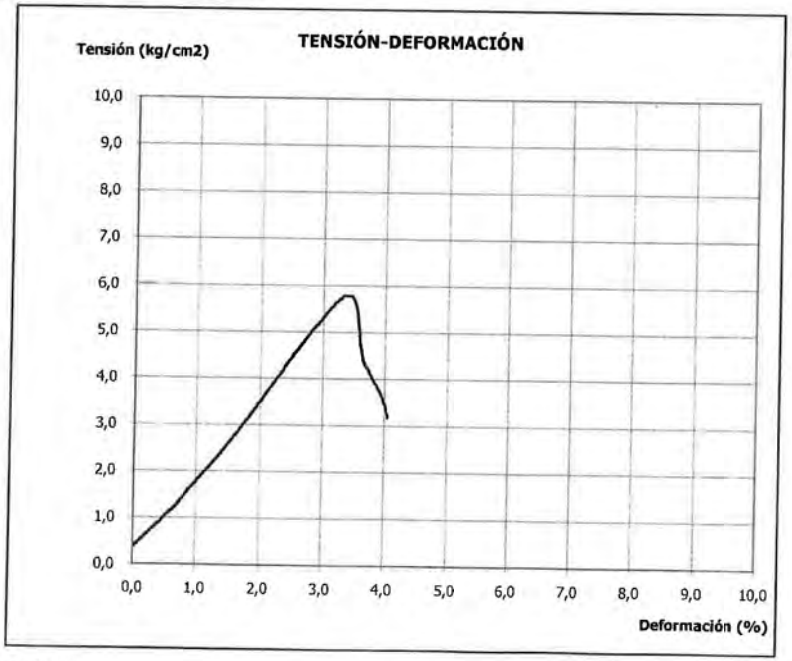
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
	S-1 8,00-8,45	DICIEMBRE 2011

Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,31
Altura (cm.):	12,24
Peso humedo total (g.):	1139,40
Área (cm²):	41,97
Volumen (cm³):	513,70
Humedad (%):	14,17
Dens. Seca (g/cm³):	1,943
Dens. Humeda (g/cm³):	2,218

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	**5,78**
Deformación en la rotura (%):	**3,33**



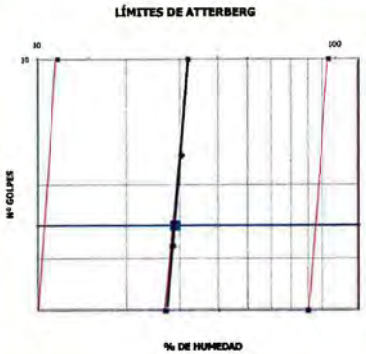
Observaciones:

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

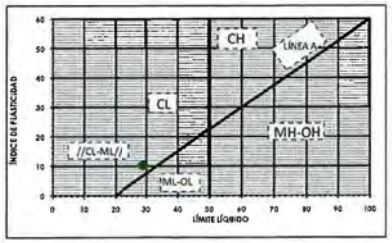
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) D D	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 8,00-8,45 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	40,00
LÍMITE PLÁSTICO	23,46
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16,54



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	29	18
% HUMEDAD	39,08	41,84
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
23,46		

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zona, 1 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tel. 91 6151199 Fax 91 6153314 conones@es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 8,00-8,45 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,22

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	1,94

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1612-11	S-1 8,00-8,45 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	14,17

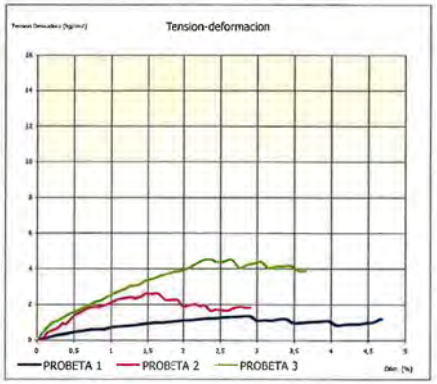
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

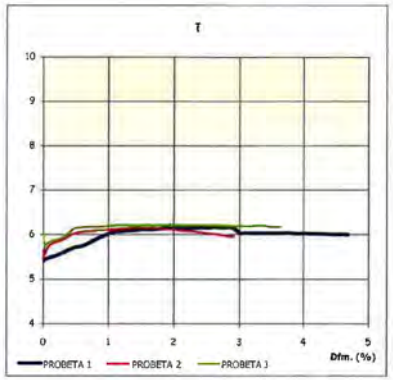
Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 8152399 fax:91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE:	3593/11	PETICIONARIO TRAGSATEC	
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA	FECHA :	Diciembre 2011
SONDEO:	S-1	COTAS:	8,00-8,45

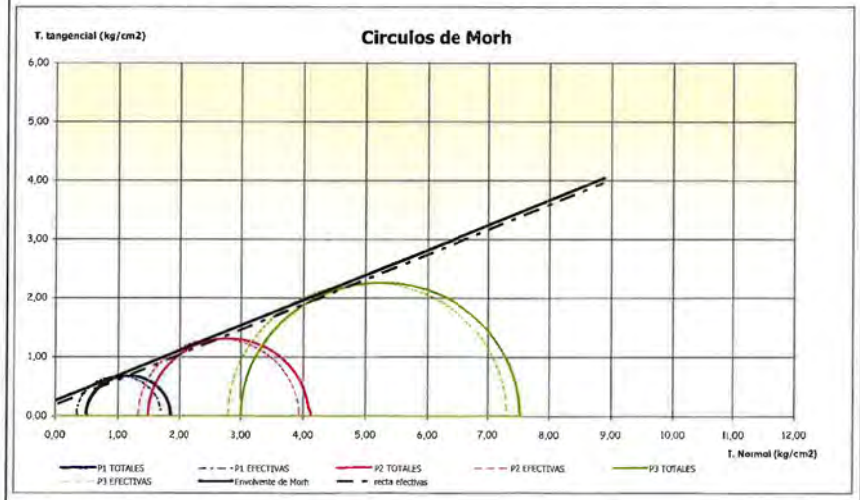
Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)





TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	0,26	Cohesión (kg/cm²):	0,21
Ángulo de rozamiento interno	23,06	Ángulo de rozamiento interno	22,96



CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE:	3593/11	PETICIONARIO: TRAGSATEC	
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA	FECHA :	Diciembre 2011
SONDEO:	S-1	COTAS:	8,00-8,45

Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Humedades y densidades	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**
Altura (cm):	7,60		7,6		7,6	
Diametro (cm):	3,81		3,82		3,8	
Peso probeta (g):	189,00		195,00		191,00	
Densidad seca (g/cm³):	1,92	1,92	1,95	1,95	1,91	1,91
Humedad (%):	13,86	22,29	14,84	22,03	15,93	23,79

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Datos de las probetas	Total	Efectiva	Total	Efectiva	Total	Efectiva
Presión confinamiento σ_3 (kg/cm²):	6,50	0,35	7,50	1,34	9,00	2,79
Presión de cola (kg/cm²):	6,00		6,00		6,00	
Tensión desviadora σ_d (kg/cm²):	1,36	1,36	2,62	2,62	4,52	4,52
Tensión principal σ_1 (kg/cm²)*:	1,86	1,70	4,12	3,96	7,52	7,31
Centro: $(\sigma_1+\sigma_3)/2$:	1,18	1,03	2,81	2,65	5,26	5,05
Radio: $(\sigma_1.\sigma_3)/2$:	0,68	0,68	1,31	1,31	2,26	2,26
Presión intersticial en la rotura U(kg/cm²):	6,15		6,16		6,21	
%Deformación en la rotura:	2,90		1,48		2,36	
Velocidad de rotura:	1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos	

TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	*0,26*	*Cohesión (kg/cm²):*	*0,21*
Ángulo de rozamiento interno	*23,06*	*Ángulo de rozamiento interno*	*22,96*

Observaciones del ensayo:

*Saturación con contrapresión de 6 kg/cm². Las presiones totales se interpretan ya descontada la presión neutra de 6 kg/cm².
Ensayo remoldeado con la humedad de saturación

CONES, S.A.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 - 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6151398 fax 91 6152314 cones@cones.es

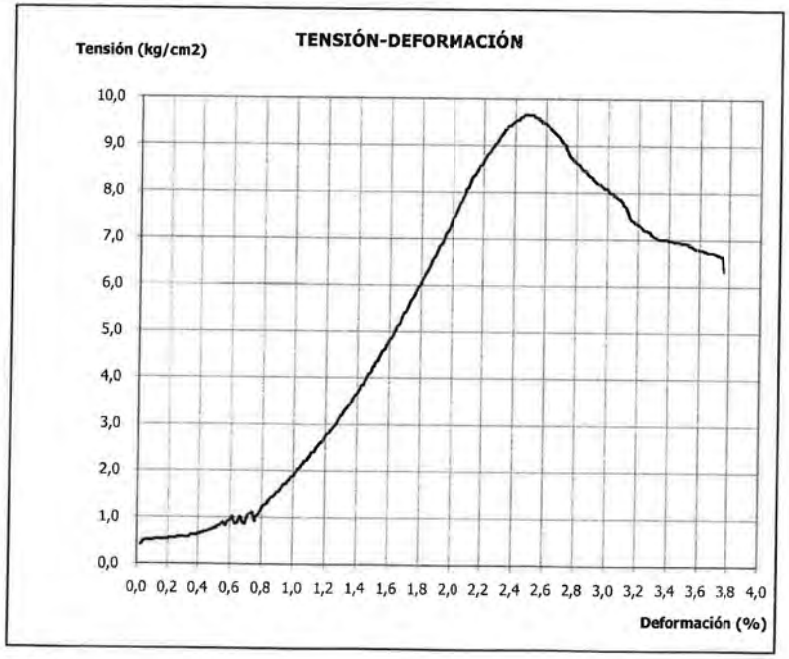
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
	S-1 9,80-10,20	DICIEMBRE 2011

Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,26
Altura (cm.):	12,99
Peso humedo total (g.):	1287,30
Área (cm²):	41,40
Volumen (cm³):	537,74
Humedad (%):	7,54
Dens. Seca (g/cm³):	2,226
Dens. Humeda (g/cm³):	2,394

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	**9,56**
Deformación en la rotura (%):	**2,46**



Observaciones:

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1622-1	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	96,24	3,76
5	91,34	8,66
2	89,37	10,63
0,40	87,08	12,92
0,08	65,95	34,05

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 7,54

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	3,76
ARENAS	37,81
FINOS	65,95

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1624-11	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,31

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	2,14

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1622-1	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	7,54

CONES, S.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

PETICIONARIO	TRAGSATEC
OBRA	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)

HOJA RESUMEN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº	SONDEO	COTAS	TIPO DE MUESTRA	GOLPEO	INTERRUPCIÓN DE LA MUESTRA DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO DE ESTUFA. UNE ISO 3001:1994	Densidad húmeda (gr/cm3)	Densidad seca (gr/cm3)	LÍMITES ATTERBERG UNE 103 103 Y UNE 103 104			GRANULOMETRÍA UNE 103 101								COMPRESIÓN SIMPLE UNE 103 400	TRIAXIAL UNE 103 402					CORTE DIRECTO UNE 103 401					ENSAYOS QUÍMICOS					ISO-HUMEDAD UNE 103 403	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO.	H.I.NORE UNE 103 601	COLAPSO NLT-254	LITOTIPOS
								LL	LP	IP	%PASA 40	%PASA 25	%PASA 20	%PASA 10	%PASA 5	%PASA 2	%PASA 0,40	%PASA 0,08	R.C.S. (kg/cm2)	tipo	Cohesión. Total	Áng. Roz int. Total	Cohesión. Efectivo	Áng. Roz int. Efectivo	tipo	Cohesión. Total	Áng. Roz int. Total	Cohesión. Efectivo	Áng. Roz int. Efectivo	Materia orgánica UNE 103 204	Sales solubles NLT-114	Contenido en yesos NLT-115	CARBONATOS UNE 103 200	SULFATOS. NLT-120	e_0	kg/cm²	N.I. (%)	COL (%)	
1	SONDEO S-1	2,00-2,45	SPT	11-9-12	4,00	2,33	1,95	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	100,00	100,00	100,00	83,23	70,78	59,40	42,25	24,13																					
2		4,00-4,07	SPT	R	9,32	2,23	1,90	32,79	20,39	12,41	100,00	100,00	100,00	99,00	97,85	96,83	95,89	93,09																					
3		6,20-6,55	TP		8,35	2,45	2,26				100,00	100,00	100,00	100,00	98,39	96,81	96,18	84,15	36,32																0,88				
4		8,00-8,45	TP		14,17	2,22	1,94	40,00	23,46	16,54	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	98,81	97,73	95,48	5,78	CU	0,26	23,06	0,21	22,96															
5		9,80-10,20	TP		7,54	2,39	2,22				100,00	100,00	100,00	96,24	91,34	89,37	87,08	65,95	9,66																				

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 2,00 m	DICIEMBRE 2011

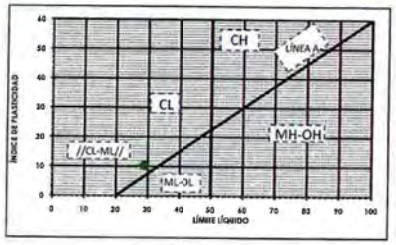
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO NO PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO NO PLÁSTICO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD NO PLÁSTICO

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 2,00 m	DICIEMBRE 2011

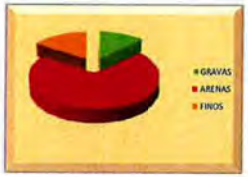
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	82,99	17,01
5	72,46	27,54
2	59,20	40,80
0,40	37,60	62,40
0,08	21,42	78,58

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 3,85

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	17,01
ARENAS	95,59
FINOS	21,42



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,34

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	1,96

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	3,85

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 8152399 fax:91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 4,00 m	DICIEMBRE 2011

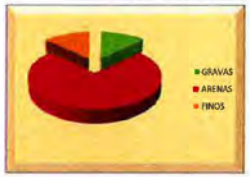
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	83,15	16,85
5	71,90	28,10
2	60,38	39,62
0,40	35,86	64,14
0,08	17,51	82,49

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 2,25

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	16,85
ARENAS	99,34
FINOS	17,51

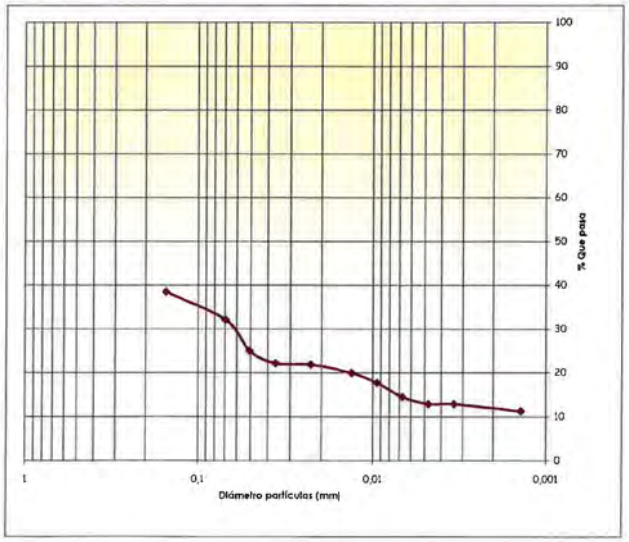


EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA Nº 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN. (UNE 103 102)

Masa suelo seco ensayada (g): 50,000

Tiempo (min.)	Diametro equivalente D(mm)	% masa que pasa por D. K(%)
0	0,1523	38,37
0,5	0,0694	31,98
1	0,0505	24,94
2	0,0360	22,06
5	0,0228	21,74
15	0,0131	19,83
30	0,0094	17,59
60	0,0067	14,39
120	0,0047	12,79
240	0,0033	12,79
1440	0,0014	11,19



EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-1 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	2,25

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

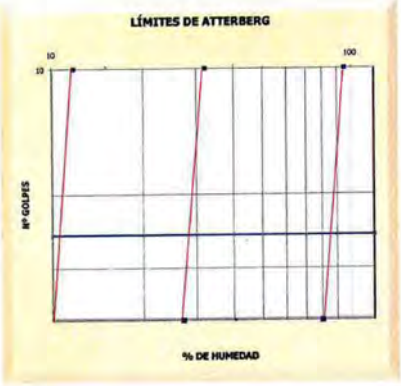
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

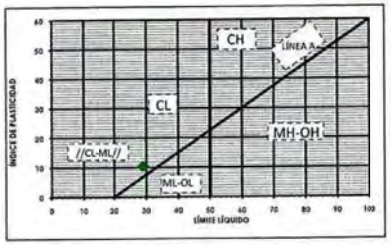
LÍMITE LÍQUIDO NO PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO NO PLÁSTICO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1615-11	S-2 6,00 m	DICIEMBRE 2011

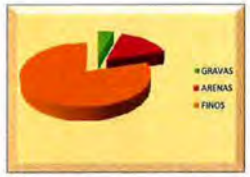
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	95,04	4,96
5	92,96	7,04
2	90,48	9,52
0,40	88,51	11,49
0,08	87,59	12,41

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 11,14

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	4,96
ARENAS	17,37
FINOS	87,59



CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1613-11	S-2 4,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,37

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	1,98

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6152899 fax 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1615-11	S-1 6,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	11,14

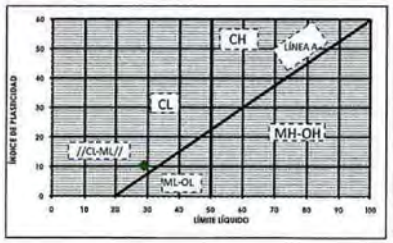
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA) 0 0	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1615-11	S-2 6,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	41,91
LÍMITE PLÁSTICO	24,24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17,67

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	30	20
% HUMEDAD	40,30	43,79
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
24,24		

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1615-11	S-2 6,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,26

Densidad seca (gr/cm^3)	1,92

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

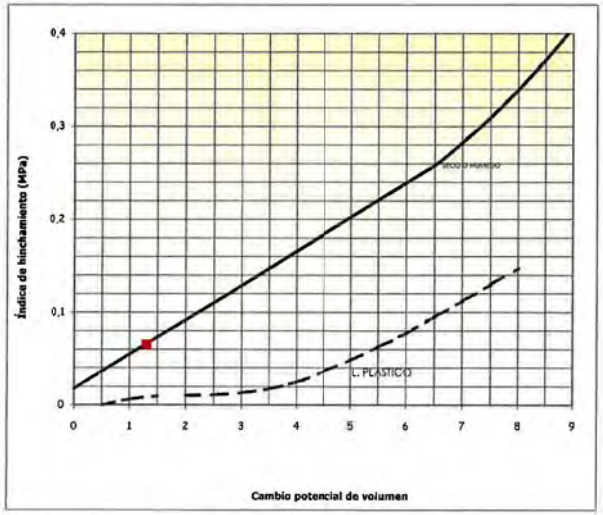
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
1615-11	S-2 6,00 m	DICIEMBRE 2011

Ensayo Expansividad Lambe. UNE 103 600.

Datos del ensayo

Diámetro (mm): 70,00
Altura (mm): 16,00
Tipo de ensayo: seco
Nº Capas: 3
Nº Golpes: 7
Precarga (KN): 4,5
Lectura comparador: 23
Carga (KN): 0,2499

HUMEDAD INICIAL: 0,01%
HUMEDAD FINAL: 40,22%



Índice de Hinchamiento (Mpa) **0,0649** ***Cambio Potencial de Volumen:*** **NO CRÍTICO**

Observaciones:

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 1 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf: 91 6152199 Fax: 91 6152114 conses@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1623-11	S-1 7,85-8,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	7,94

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1623-11	S-2 7,85-8,20 m	DICIEMBRE 2011

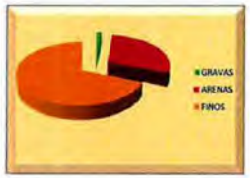
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	98,28	1,72
5	90,91	9,09
2	87,51	12,49
0,40	85,88	14,12
0,08	71,57	28,43

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 7,94

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	1,72
ARENAS	30,15
FINOS	71,57



EXPEDIENTE:	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3, TAMARITE DE LITERA (HUIESCA)	TRAGSATEC
OBRA:	MUESTRA	FECHA DE TOMA
SONDEO:	SONDEO 2 7,85-8,20	DICIEMBRE 2011

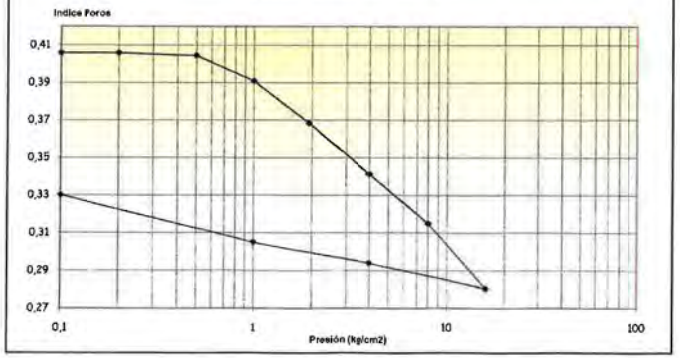
ENSAYO EDÓMETRICO UNE 103 405

DATOS INICIALES:	
Diametro (mm):	5,00
Altura (mm):	2,00
Volumen (cm3):	39,27
Area (cm2):	19,63
Ho.(mm):	20,00
Hs.(mm):	14,23
I.P (e_o) inicial:	0,406
Lectura inicial:	0

	INICIAL	FINAL
P. Especif. (g/cm3):	2,710	2,710
Dens. Seca (g/cm3):	1,928	1,953
Dens. Hum. (g/cm3):	2,208	2,245
Humedad. Wo(%):	14,53	14,93
Grado saturación Sr (%):	97,03	99,69

Pres. (kg/cm2)	Incial de cada escalón. Lo (mm)	Final de cada escalón Lf (mm)	Altura inicial Ho (mm)	Altura de la probeta al final de cada escalón Hf(mm)	Altura del sólido. Hs (mm)	Índice de poros en cada escalón e
0,1	0,000	0,000	20,00	20,00	14,23	0,406
0,2	0,000	0,000	20,00	20,00	14,23	0,406
0,5	0,000	-0,021	20,00	19,98	14,23	0,404
1	-0,021	-0,213	20,00	19,79	14,23	0,391
2	-0,213	-0,534	20,00	19,47	14,23	0,368
4	-0,534	-0,920	20,00	19,08	14,23	0,341
8	-0,920	-1,294	20,00	18,71	14,23	0,315
16	-1,294	-1,785	20,00	18,22	14,23	0,280
4	-1,785	-1,593	20,00	18,41	14,23	0,294
1	-1,693	-1,436	20,00	18,56	14,23	0,305
0,1	-1,436	-1,078	20,00	18,92	14,23	0,330

CURVA EDOMÉTRICA



EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	MUESTRA:	FECHA DE TOMA:
	S-2 7,85-8,20	DICIEMBRE 2011

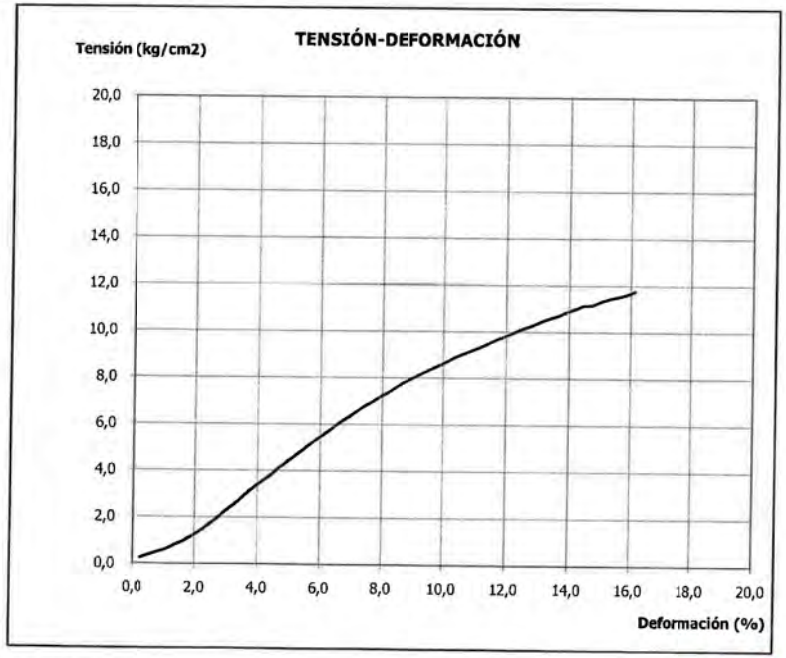
Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,15
Altura (cm.):	9,24
Peso humedo total (g.):	865,90
Área (cm²):	40,15
Volumen (cm³):	371,00
Humedad (%):	7,91
Dens. Seca (g/cm³):	2,163
Dens. Humeda (g/cm³):	2,334

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	11,76
Deformación en la rotura (%):	16,13

TENSIÓN-DEFORMACIÓN



Observaciones:

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE:	3593/11	PETICIONARIO:	TRAGSATEC
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA	FECHA :	Diciembre 2011
SONDEO:	S-2	COTAS:	7,85-8,20

Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm^2 y rotura sin drenaje)

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Humedades y densidades	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**
Altura (cm):	7,62		7,6		7,61	
Diametro (cm):	3,8		3,79		3,82	
Peso probeta (g):	189,00		192,50		194,00	
Densidad seca (g/cm^3):	2,03	2,03	2,09	2,09	2,06	2,06
Humedad (%):	8,00	18,40	7,66	15,88	7,93	16,69

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Datos de las probetas	Total	Efectiva	Total	Efectiva	Total	Efectiva
Presión confinamiento σ_3 (kg/cm^2):	6,50	0,39	7,50	1,29	9,00	2,89
Presión de cola (kg/cm^2):	6,00		6,00		6,00	
Tensión desviadora σ_d (kg/cm^2):	1,31	1,31	2,56	2,56	4,51	4,51
Tensión principal σ_1 (kg/cm^2)*:	1,81	1,71	4,06	3,85	7,51	7,39
Centro: $(\sigma_1+\sigma_3)/2$:	1,16	1,05	2,78	2,57	5,25	5,14
Radio: $(\sigma_1.\sigma_3)/2$:	0,66	0,66	1,28	1,28	2,25	2,25
Presión intersticial en la rotura U(kg/cm^2):	6,11		6,21		6,11	
%Deformación en la rotura:	2,85		5,18		4,94	
Velocidad de rotura:	1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos	

TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm^2):	*0,26*	*Cohesión (kg/cm^2):*	*0,20*
Ángulo de rozamiento interno	*23,20*	*Ángulo de rozamiento interno*	*22,74*

Observaciones del ensayo:

*Saturación con contrapresión de 6 kg/cm^2. Las presiones totales se interpretan ya descontada la presión neutra de 6 kg/cm^2.
Ensayo remoldeado con la humedad de saturación

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1623-11	S-2 7,85-8,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,33

Densidad seca (gr/cm$^{3)}$	2,16

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6157399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1624-11	S-2 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

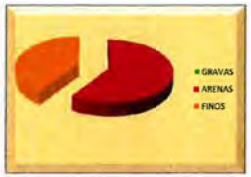
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	100,00	0,00
5	100,00	0,00
2	99,70	0,30
0,40	95,06	4,94
0,08	40,83	59,17

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996

Humedad (%) = 8,37

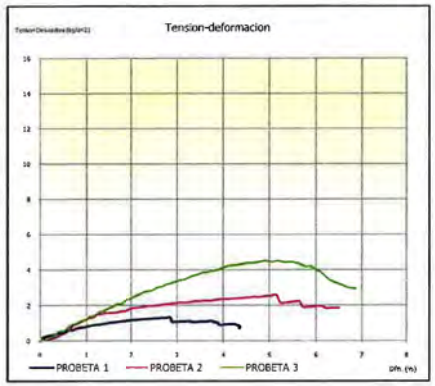
GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	0,00
ARENAS	59,17
FINOS	40,83

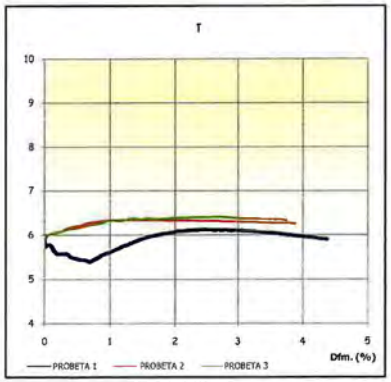


EXPEDIENTE:	3593/11		PETICIONARIO TRAGSATEC
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA		FECHA : Diciembre 2011
SONDEO:	S-2	COTAS: 7,85-8,20	

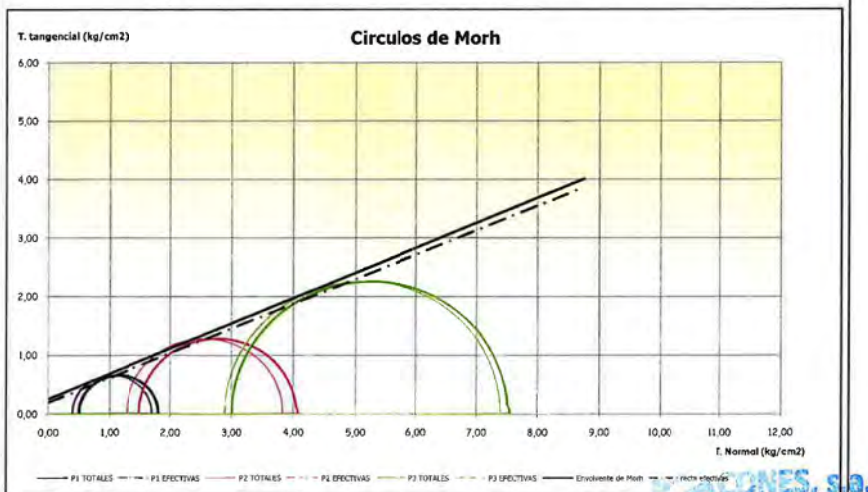
Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)





TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	0,25	Cohesión (kg/cm²):	0,20
Ángulo de rozamiento interno	23,20	Ángulo de rozamiento interno	22,74



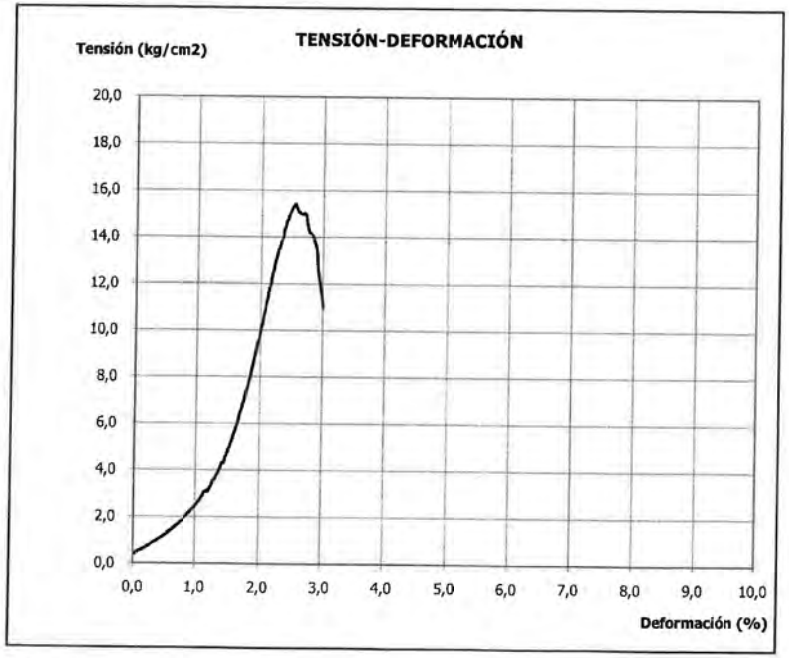
EXPEDIENTE	OBRA:	PETICIONARIO:
3593/11	BALSA 3. TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA:	**MUESTRA:**	**FECHA DE TOMA:**
	S-2 9,80-10,30	DICIEMBRE 2011

Ensayo Compresión Simple. UNE 103-400-93

Representación gráfica

DATOS DE LA PROBETA	
Diametro (cm.):	7,21
Altura (cm.):	12,61
Peso humedo total (g.):	1192,60
Área (cm²):	40,83
Volumen (cm³):	514,84
Humedad (%):	8,35
Dens. Seca (g/cm³):	2,138
Dens. Humeda (g/cm³):	2,316

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Resistencia máxima (kg/cm²):	**15,42**
Deformación en la rotura (%):	**2,55**



Observaciones:

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1624-11	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1993

Humedad (%)	8,37

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf: 91 6152300 Fax: 91 6152318 cones@cones.es

EXPEDIENTE:	3593/11	PETICIONARIO:	TRAGSATEC
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA	FECHA :	Diciembre 2011
SONDEO:	S-2	COTAS:	9,80-10,30

Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Humedades y densidades	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**	**Inicial**	**Final**
Altura (cm):	7,60		7,6		7,61	
Diametro (cm):	3,8		3,79		3,82	
Peso probeta (g):	207,50		210,00	217,30	213,00	
Densidad seca (g/cm³):	2,10	2,10	2,16	2,16	2,12	2,12
Humedad (%):	14,64	17,68	13,64	17,59	15,29	18,13

	PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
Datos de las probetas	Total	Efectiva	Total	Efectiva	Total	Efectiva
Presión confinamiento σ_3 (kg/cm²):	6,50	0,38	7,50	1,43	9,00	2,74
Presión de cola (kg/cm²):	6,00		6,00		6,00	
Tensión desviadora σ_d (kg/cm²):	1,34	1,34	2,89	2,89	4,67	4,67
Tensión principal σ_1 (kg/cm²)*:	1,84	1,72	4,39	4,32	7,67	7,41
Centro: $(\sigma_1+\sigma_3)/2$:	1,17	1,05	2,94	2,88	5,34	5,08
Radio: $(\sigma_1-\sigma_3)/2$:	0,67	0,67	1,44	1,44	2,34	2,34
Presión intersticial en la rotura U(kg/cm²):	6,12		6,07		6,26	
%Deformación en la rotura:	4,97		7,25		6,20	
Velocidad de rotura:	1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos		1% cada 20 minutos	

TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	*0,24*	*Cohesión (kg/cm²):*	*0,21*
Ángulo de rozamiento interno	*24,24*	*Ángulo de rozamiento interno*	*23,85*

Observaciones del ensayo:

*Saturación con contrapresión de 6 kg/cm². Las presiones totales se interpretan ya descontada la presión neutra de 6 kg/cm².
Ensayo remoldeado con la humedad de saturación

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE PETICIÓN**
1624-11	S-1 9,80-10,20 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. UNE 103-301-94

Densidad húmeda (gr/cm³)	2,31

Densidad seca (gr/cm³)	2,14

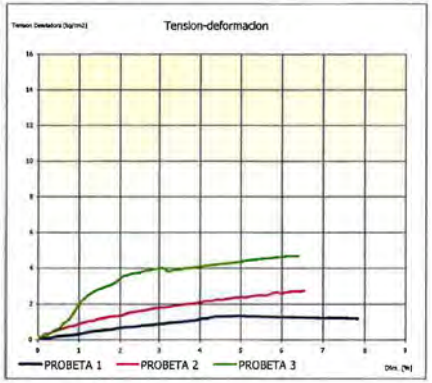
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS

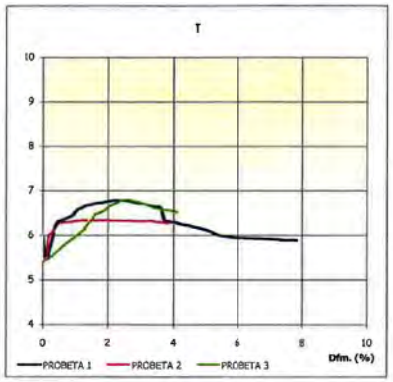
Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf.91 8152399 Fax:91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE:	3593/11		PETICIONARIO TRAGSATEC
OBRA:	BALSA Nº 3, TAMARITE DE LITERA		FECHA : Diciembre 2011
SONDEO:	S-2	COTAS: 9,80-10,30	

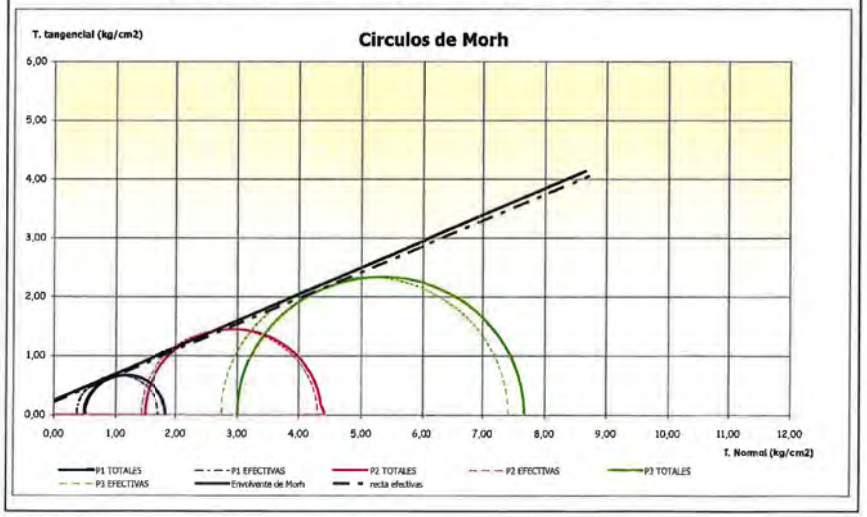
Ensayo Compresión Triaxial UNE 103-402/98

Tipo de ensayo: CU (Consolidación previa a 6 kg/cm² y rotura sin drenaje)





TOTALES		EFECTIVAS	
Cohesión (kg/cm²):	0,24	Cohesión (kg/cm²):	0,21
Ángulo de rozamiento interno	24,24	Ángulo de rozamiento interno	23,85



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

PETICIONARIO	TRAGSATEC
OBRA	BALSA 3.TAMARITE DE LITERA (HUESCA)

HOJA RESUMEN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº	SONDEO	COTAS	TIPO DE MUESTRA	GOLPEO	DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE LA MUESTRA MEDIANTE EL GOLPEO DE ENTERA, USE UNA MEDIDA	Densidad húmeda (gr/cm3)	Densidad seca (gr/cm3)	LÍMITES ATTERBERG UNE 103 103 Y UNE 103 104			GRANULOMETRÍA UNE 103 101								COMPRESIÓN SIMPLE UNE 103 400	TRIAXIAL UNE 103 402					CORTE DIRECTO UNE 103 401					ENSAYOS QUÍMICOS					EDÓMETRO UNE 103 405	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO.	H.LIBRE UNE 103 401	COLAPSO NLT-254	LITOTIPOS
								LL	LP	IP	%PASA 40	%PASA 25	%PASA 20	%PASA 10	%PASA 5	%PASA 2	%PASA 0,40	%PASA 0,08	R.C.S. (kg/cm2)	tipo	Cohesión. Total	Áng. Roz int. Total	Cohesión. Efectiva	Áng. Roz int. Efectiva	tipo	Cohesión. Total	Áng. Roz int. Total	Cohesión. Efectiva	Áng. Roz int. Efectiva	Materia orgánica UNE 103 204	Sales solubles NLT-114	Contenido en yesos NLT-115	CARBONATOS UNE 103 200	SULFATOS. NLT-120	%	kg/cm²	H.L. (%)	COL. (%)	
1	SONDEO S-2	2,00-2,45	SPT	9-7-8	3,85	2,34	1,96	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	100,00	100,00	100,00	82,99	72,46	59,20	37,60	21,42																				
2		4,00-4,45	SPT	12-13-15	2,25	2,37	1,98	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	100,00	100,00	100,00	83,15	71,90	60,38	35,86	17,51																				
3		6,00-6,14	SPT	R	11,14	2,26	1,92	41,91	24,24	17,67	100,00	100,00	100,00	95,04	92,96	90,48	88,51	87,59																				
4		7,85-8,20	TP		7,94	2,33	2,16				100,00	100,00	100,00	98,28	90,61	90,91	85,88	71,57	11,76		CU	0,26	23,20	0,20	22,74										0,41				
5		9,80-10,30	TP		8,37	2,31	2,14				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	95,06	40,83	15,42		CU	0,24	24,24	0,21	23,85														

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
t/f: 91 6152399 fax: 91 6153314 e-mail: conessa@conessa.es

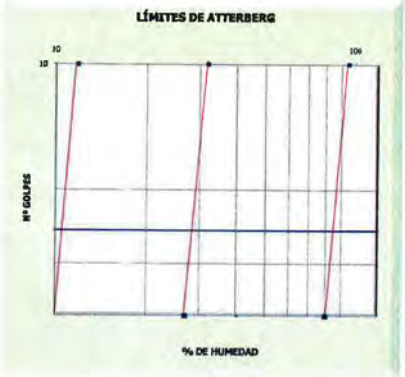
CONESSA
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
CONESSA s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ISO 14001
ISO 9001

D.2. ENSAYOS CALICATAS

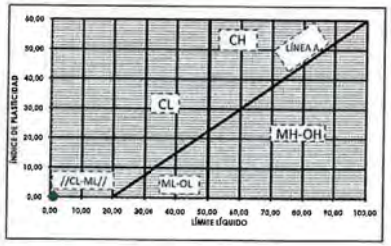
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

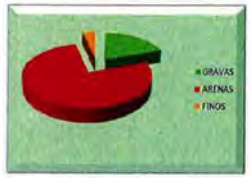
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

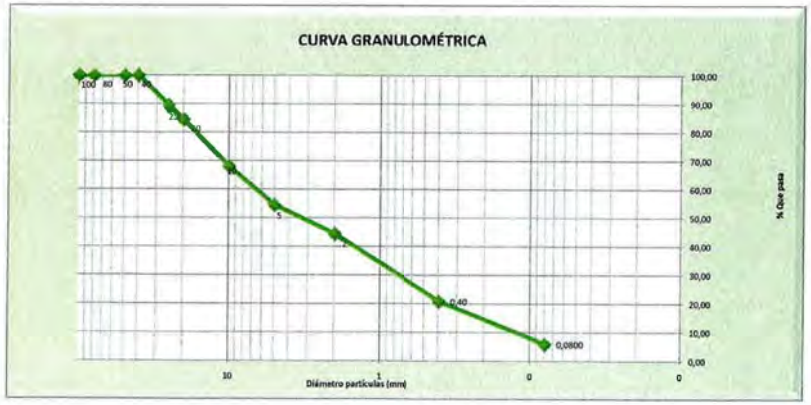
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	89,45	10,55
20	84,52	15,48
10	67,98	32,02
5	54,48	45,52
2	44,39	55,61
0,4000	20,82	79,18
0,0800	5,93	94,07

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996
Humedad (%) = 3,33

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	32,02
ARENAS	126,09
FINOS	5,93





CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO I	0,06

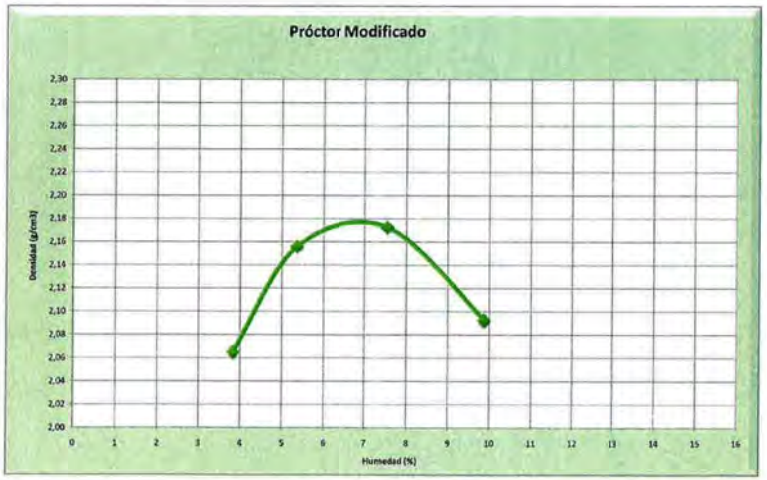
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	3,82	5,35	7,51	9,86	6
DENSIDAD (gr/cm³)	2,07	2,16	2,17	2,09	2,09



RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,18	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	6,9

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	525,72

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,13

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf.91 8152399 fax.91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DISPERSABILIDAD POR TUBIFICACIÓN PIN HOLE (NLT-207)

ALTURA	TIEMPO	TURBIDEZ	CAUDAL	f ORIFICIO	CLASIFICACIÓN
50	10	Turbia	0,22		
180	10	Turbia	3,1		
380	10	Clara	4,1		
1020	10	Clara	7,8		
1029	10	Clara	10	1	ND1

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1439-11	CALICATA 1 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	44,59

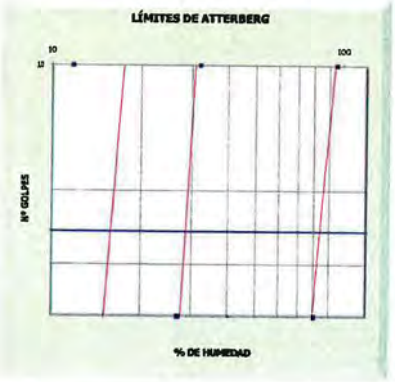
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 cones@cones.es

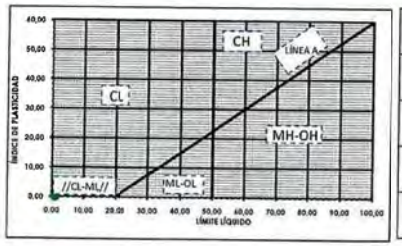
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

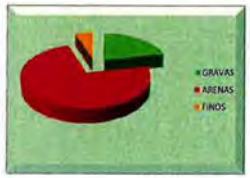
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	82,26	17,74
20	77,64	22,36
10	62,45	37,55
5	49,80	50,20
2	39,97	60,03
0,4000	22,09	77,91
0,0800	8,95	91,05

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996
Humedad (%) = 3,61

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	37,55
ARENAS	128,61
FINOS	8,95



EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO i	0,09

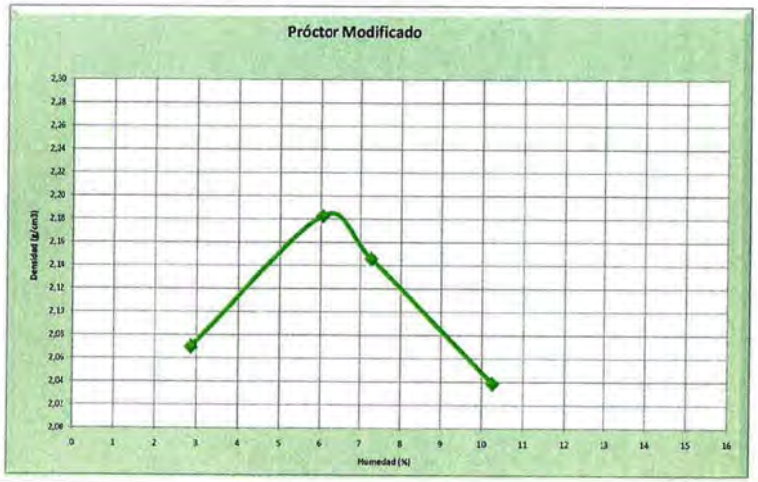
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	2,85	6,03	7,26	10,24	6
DENSIDAD (gr/cm³)	2,07	2,18	2,15	2,04	2,04



RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,19	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	6,4

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	530,64

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,28

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

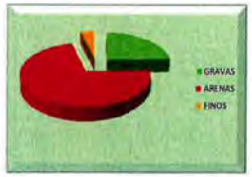
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	84,18	15,82
25	72,04	27,96
20	68,34	31,66
10	51,98	48,02
5	41,22	58,78
2	33,18	66,82
0,4000	19,74	80,26
0,0800	7,85	92,15

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996	
Humedad (%) =	3,18

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	48,02
ARENAS	140,17
FINOS	7,85



CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1608-11	CALICATA 2 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	43,32

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

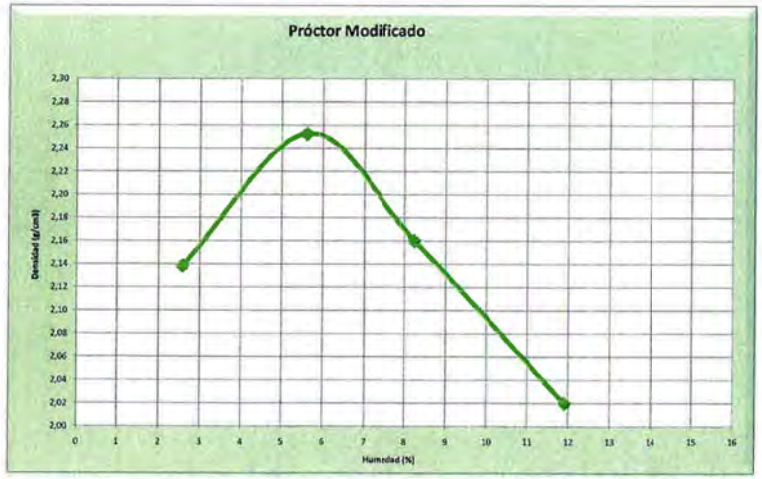
Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf 91 6152399 fax 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	2,58	5,61	8,22	11,90	
DENSIDAD (gr/cm³)	2,14	2,25	2,16	2,02	



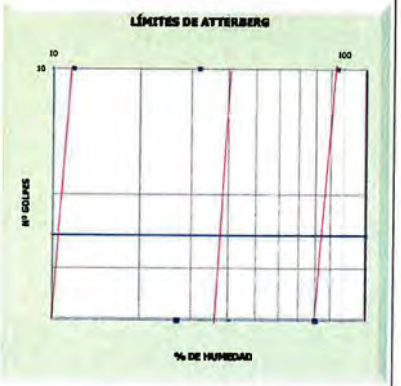
RESULTADO		
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,25	HUMEDAD ÓPTIMA (%) = 5,8

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

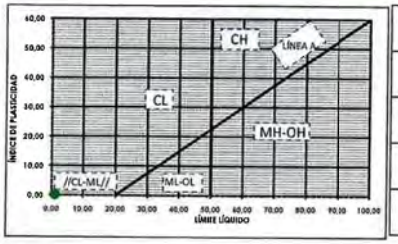
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,11

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO i	0,01

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf. 91 8152399 fax.91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	530,42

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1441-11	CALICATA 3 1,80 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	48,09

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

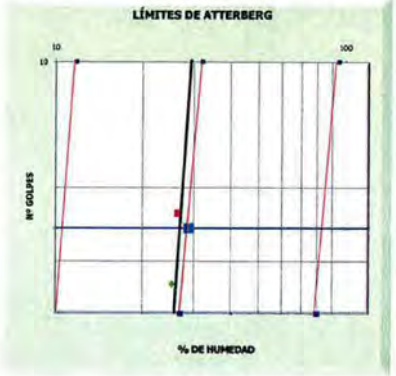
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

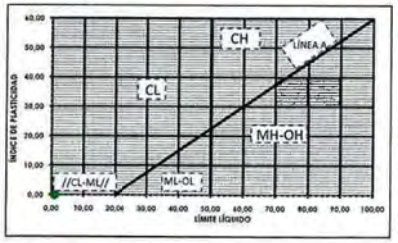
LÍMITE LÍQUIDO 26,24

LÍMITE PLÁSTICO 16,67

ÍNDICE DE PLASTICIDAD 9,57



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	34	23
% HUMEDAD	25,21	26,58
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
16,67		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

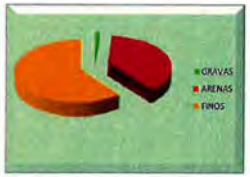
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	98,66	1,34
5	96,00	4,00
2	94,42	5,58
0,4000	90,20	9,80
0,0800	62,11	37,89

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996
Humedad (%) = 11,91

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	1,34
ARENAS	39,24
FINOS	62,11



Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 8152399 fax:91 8152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO I	0,09

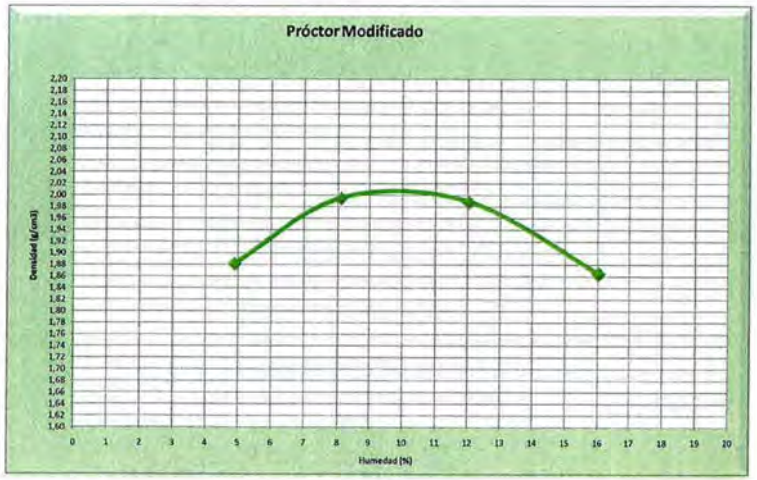
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	4,88	8,10	12,00	16,00	6
DENSIDAD (gr/cm³)	1,88	2,00	1,99	1,87	1,87



RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,03	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	9,8

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

CONTENIDO EN YESO EN SUELOS. NLT-115/99

RESULTADO	
CONTENIDO DE YESO (%)	0,08

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,19

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 8152399 fax:91 8152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

HINCHAMIENTO LIBRE. UNE 103 601

DATOS RELATIVOS Y DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO			
DIÁMETRO (cm)	50,00	ÁREA (cm^2)	19,64
ALTURA (cm)	20,00	VOLÚMEN (cm^3)	39,27
HUMEDAD INICIAL (%)	8,08	DENSIDAD SECA (g/cm3)	2,01

OBSERVACIONES
Ensayo realizado bajo carga de 0,1 kg/cm². Remoldeado al 98 % de la densidad máxima y la humedad óptima obtenidas del ensayo Próctor moficado. Probeta inundada a los 5 minutos del comienzo del ensayo.

RESULTADO	
Hinchamiento libre (%) =	0,18

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COLAPSO. NLT-254

DATOS RELATIVOS Y DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO			
DIÁMETRO (cm)	50,00	ÁREA (cm^2)	19,64
ALTURA (cm)	20,00	VOLÚMEN (cm^3)	39,27
HUMEDAD INICIAL (%)	9,04	DENSIDAD SECA (g/cm^3)	1,99

OBSERVACIONES
Presión de ensayo = 0,2 Kg/cm². Remoldeado al 98 % de la densidad máxima y la humedad óptima obtenidas del ensayo Próctor modificado. Probeta inundada a los 60 segundos del comienzo del ensayo.

RESULTADO	
Índice de colapso (%)	0,09
Potencial porcentual de colapso (Ic)	0,09

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf: 91 6152399 fax 91 6152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	43,01

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1610-11	CALICATA 4 3,50 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	402,64

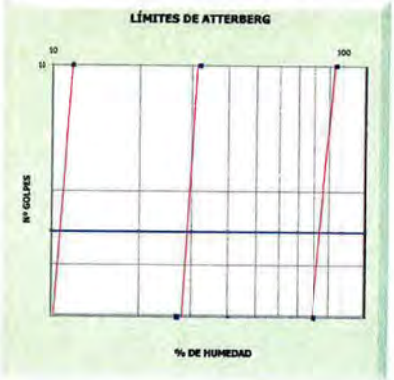
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

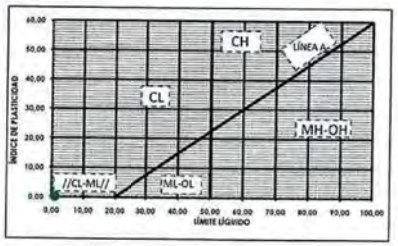
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NO PLÁSTICO



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES		
% HUMEDAD		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
21,05		

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

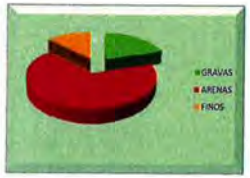
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	92,04	7,96
20	81,81	18,19
10	66,62	33,38
5	54,80	45,20
2	46,29	53,71
0,4000	33,99	66,01
0,0800	21,65	78,35

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996
Humedad (%) = 7,13

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	33,38
ARENAS	111,73
FINOS	21,65



CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf.91 8152399 fax.91 8152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO I	0,07

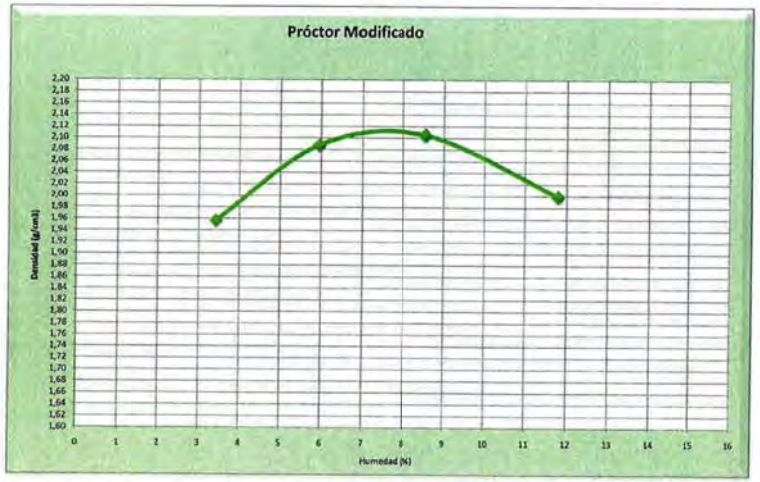
CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	3,40	5,94	8,53	11,78	6
DENSIDAD (gr/cm³)	1,96	2,09	2,10	2,00	2,00



RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	2,11	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	7,5

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	470,81

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,18

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

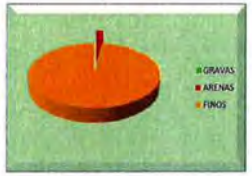
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE 103 101:1995

Diámetro de las partículas (mm)	% que pasa	% que retiene
100	100,00	0,00
80	100,00	0,00
50	100,00	0,00
40	100,00	0,00
25	100,00	0,00
20	100,00	0,00
10	100,00	0,00
5	99,67	0,33
2	99,22	0,78
0,4000	98,66	1,34
0,0800	98,01	1,99

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996	
Humedad (%) =	11,54

GRANULOMETRÍA	%
GRAVAS	0,00
ARENAS	1,99
FINOS	98,01



EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	TRAGSATEC
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1616-11	CALICATA 5 2,10 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	23,97

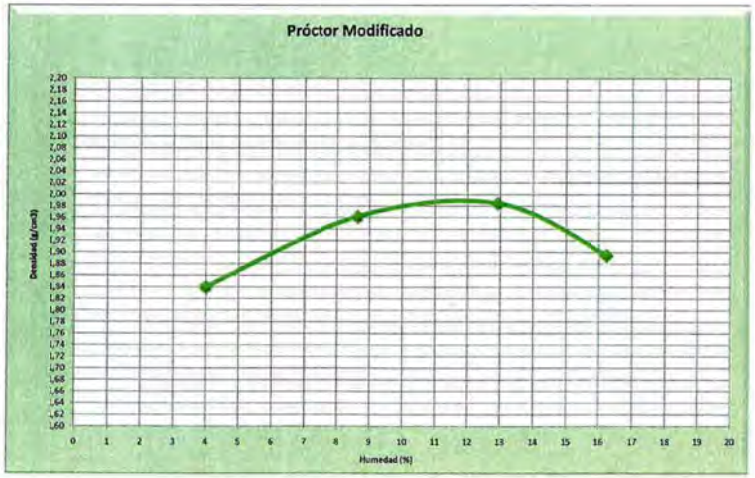
CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501

DATOS RELATIVOS AL ENSAYO	
TIPO DE PRÓCTOR:	MODIFICADO
MOLDE (cm³) :	2318
Nº CAPAS:	5
Nº GOLPES:	60
MAZA (g):	4536
ALTURA CAÍDA (cm):	45,7

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO					
PUNTO Nº	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	3,98	8,62	12,92	16,21	6
DENSIDAD (gr/cm³)	1,84	1,96	1,98	1,90	1,90



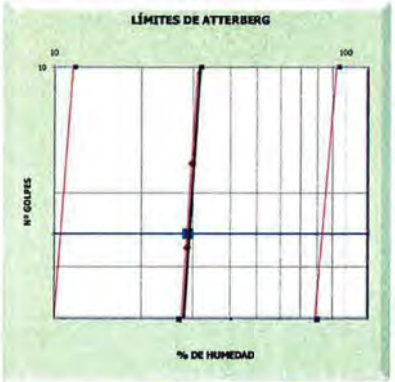
RESULTADO			
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³) =	1,97	HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	11,5

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

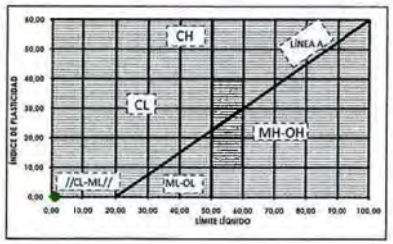
EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995

LÍMITE LÍQUIDO	37,65
LÍMITE PLÁSTICO	21,78
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15,87



CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE. UNE 103 103:1195		
NÚMERO DE GOLPES	33	16
% HUMEDAD	35,69	40,52
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO UNE 103 104:1995		
21,78		

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 8152399 fax: 91 8152314 conos@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS. NLT-114

RESULTADO	
SALES SOLUBLES EN 100 gr de suelo (%)	0,56

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

MATERIA ORGÁNICA. UNE 103 204

RESULTADO	
MATERIA ORGÁNICA. MO I	0,03

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf:91 6152399 fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

ENSAYO DE COLAPSO. NLT-254

DATOS RELATIVOS Y DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO			
DIÁMETRO (cm)	50,00	ÁREA (cm^2)	19,64
ALTURA (cm)	20,00	VOLÚMEN (cm^3)	39,27
HUMEDAD INICIAL (%)	10,45	DENSIDAD SECA (g/cm^3)	1,97

OBSERVACIONES
Presión de ensayo = 0,2 Kg/cm^2. Remoldeado al 98 % de la densidad máxima y la humedad óptima obtenidas del ensayo Próctor modificado. Probeta inundada a los 60 segundos del comienzo del ensayo.

RESULTADO	
Índice de colapso (%)	0,01
Potencial porcentual de colapso (Ic)	0,01

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

CONTENIDO EN YESO EN SUELOS. NLT-115/99

RESULTADO	
CONTENIDO DE YESO (%)	0,09

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO. UNE 83963

RESULTADO	
SO_4^{2-} (%) =	1029,44

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

HINCHAMIENTO LIBRE. UNE 103 601

DATOS RELATIVOS Y DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO			
DIÁMETRO (cm)	50,00	ÁREA (cm^2)	19,64
ALTURA (cm)	20,00	VOLÚMEN (cm^3)	39,27
HUMEDAD INICIAL (%)	13,84	DENSIDAD SECA (g/cm3)	1,91

OBSERVACIONES
Ensayo realizado bajo carga de 0,1 kg/cm². Remoldeado al 98 % de la densidad máxima y la humedad óptima obtenidas del ensayo Próctor moficado. Probeta inundada a los 5 minutos del comienzo del ensayo.

RESULTADO	
Hinchamiento libre (%) =	0,24

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
tlf: 91 6152399 fax: 91 6152314 cones@cones.es
ISO 14001 ISO 9001

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DISPERSABILIDAD POR TUBIFICACIÓN PIN HOLE (NLT-207)

ALTURA	TIEMPO	TURBIDEZ	CAUDAL	f ORIFICIO	CLASIFICACIÓN
50	10	Turbia	0,3		
180	10	Turbia	3,5		
380	10	Clara	4,2		
1020	10	Clara	7,5		
1029	10	Clara	10,1	1	ND1

CONES S.A.
CONTROL DE CALIDAD
ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3 TAMARITE DE LITERA HUESCA	3593/11
Nº MUESTRA	**MUESTRA**	**FECHA DE TOMA**
1444-11	CALICATA 6 2,00 m	DICIEMBRE 2011

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS. UNE 103 200

RESULTADO	
Carbonatos (%) =	49,88

CONES, s.a.
CONTROL DE CALIDAD Y
ESTUDIOS GEOTECNICOS

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tlf:91 6152399 Fax:91 6152314 cones@cones.es

EXPEDIENTE	OBRA	PETICIONARIO
3593/11	BALSA 3	TRAGSATEC
		FECHA DE TOMA
	TAMARITE DE LITERA	DICIEMBRE 2011

HOJA RESUMEN

MUESTRA	EXPEDIENTE	CALICATA	COTAS (m)	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE EL SECADO EN ESTUFA. UNE 103 300:1996	LÍMITES ATTERBERG UNE 103 103 Y UNE 103 104			GRANULOMETRÍA UNE 103 101				PRÓCTOR MODIFICADO. UNE 103 501		C.B.R. UNE 103 502	CONTENIDOS					COLAPSO. NLT-254 (%)	HINCHAMIENTO LIBRE.UNE 103 601 (%)	CLASIFICACIÓN SEGÚN PG-3
					LL	LP	IP	%PASA 5	%PASA 2	%PASA 0,40	%PASA 0,08	Densidad (g/cm³)	Humedad (%)	INDICE CBR AL 100 %	IÓN SULFATO. UNE 83963	CONTENIDO EN CARBONATOS UNE 103 200	MATERIA ORGÁNICA.UNE 7368 (%)	SALES SOLUBLES. NLT-114 (%)	CONTENIDO EN YESOS. NLT-115 (%)			
					< 30 %		<10 %	Tamaño no superior a 100 mm. <15 % d: Tamiz 0,40< 75 % 25 %			Tamiz 0,40 Tamiz 2 <80 % Tamiz 0,080 <						< 0,2 %		<0,2 %			
					< 40 %		si LL > 40 el IP>4	Tamaño no superior a 100 mm. Tamiz 2 <80 % Tamiz 0,080 < 35 %									< 1 %		<0,2 %			
					< 65 %		si LL > 40 el IP>0.73 x(LL-20)										< 2 %	< 5 %	* S.S distintas del yeso < 1 %	< 1 %		
							si LL > 90 el IP<0.73 x(LL-20)										< 5 %					
					Los que no se pueden incluir en las categorías anteriores, turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos. Los que pueden ser insalubles.																	
1	3593/11	CALICATA 1	2,00 m	3,33	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	54,48	44,39	20,82	5,93	2,18	6,9		525,72	44,59	0,06	0,13				SELECCIONADO
2		CALICATA 2	1,80 m	3,61	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	49,80	46,29	22,09	8,95	2,19	6,4		530,64	43,32	0,09	0,00				SELECCIONADO
3		CALICATA 3	1,80 m	3,18	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	41,22	33,18	19,74	7,85	2,25	5,80		530,42	48,09	0,01	0,11				ADECUADO
4		CALICATA 4	3,50 m	11,91	26,24	16,67	9,57	96,00	94,42	90,20	62,11	2,03	9,80		402,64	43,01	0,09	0,19	0,08	0,09	0,180	TOLERABLE
5		CALICATA 5	2,10 m	7,13	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	54,80	46,29	33,99	21,65	2,11	7,50		470,81	23,97	0,07	0,18				SELECCIONADO
6		CALICATA 6	2,00 m	11,54	37,65	21,78	15,87	99,67	99,22	98,66	98,01	1,97	11,50		1029,44	49,88	0,03	0,56	0,09	0,01	0,240	TOLERABLE

Control de Estructuras y Suelos, S.A.
C/ Zinc, 3 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91 615 25 59 Fax: 91 615 21 84 e-mail: consses@consses.es

CONESS S.A. CONTROL DE CALIDAD ESTUDIOS GEOTECNICOS
CONESS CONTROL DE CALIDAD ESTUDIOS GEOTECNICOS
ISO 14001
ISO 9001

3.- Estudio Geológico-Geotécnico zona Balsa 11. T.M. Esplús (Huesca)

Cliente: TRAGSATEC, S.A.

"ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE LA BALSA DE LA TOMA 11. CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA. EN LA LOCALIDAD DE ESPLÚS (HUESCA)".

INFORME Nº T-2015

Madrid, Agosto 2010

OFERTA Nº 02-956-011064

Í N D I C E

Pág. nº

1. INTRODUCCIÓN 1
   1.1. Objeto y alcance del estudio 1
   1.2. Antecedentes 1
   1.3. Situación de la zona de estudio 2
2. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA 3
   2.1. Cartografía geológico-geotécnica 3
   2.2. Sondeos mecánicos 6
      2.2.1. Toma de muestras 7
      2.2.2. Ensayos "in situ" 7
      2.2.3. Medida de niveles de agua 10
   2.3. Calicatas mecánicas 11
   2.4. Ensayos de laboratorio 13
3. GEOLOGÍA 15
   3.1. Marco geológico 15
   3.2. Estratigrafía 17
      3.2.1. Depósitos terciarios (Oligoceno superior y Mioceno inferior)(T_D) 17
      3.2.2. Depósitos cuaternarios (Q_{CO} y Q_{ED}) 18
   3.3. Tectónica y estructura 19
   3.4. Hidrogeología 19
   3.5. Geomorfología 20
   3.6. Sismicidad 20
   3.7. Riesgos geológico-geotécnicos 21
4. GEOTECNIA 24
   4.1. Caracterización geotécnica de los materiales 24
   4.2. Características hidrogeológicas de los materiales 34
   4.3. Cálculos de estabilidad 35
      4.3.1. Fundamentos del método 36
      4.3.2. Resultados obtenidos 39
   4.4. Condiciones de cimentación de las balsas 46
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES 48

ANEXOS

ANEXO I.- SONDEOS MECÁNICOS Y REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II.- CALICATAS MECÁNICAS

ANEXO III.- ENSAYOS DE PERMEABILIDAD EN SONDEOS

ANEXO IV.- ENSAYOS DE LABORATORIO

PLANOS

PLANO I- PLANTA DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO (UBICACIÓN DE LA BALSA)

PLANO II.- PLANTA GEOLÓGICA

PLANO III.- PLANTA DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO Y PERFILES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS

PLANO IV.- PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

SGS Tecnos, S.A C/ Trespaderne, 29 Edificio Barajas I (Barrio Aeropuerto) 28042 Madrid t (34) 91313 80 00 f (34) 913 13 81 44 www.sgs.es
Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)
Inscrita Registro Mercantil de Madrid, Tomo 3.475, General 2.746, Sección 3ª, Folio 88, Hoja M-25966, Inscripción 1.ª, Libro de Sociedades – C.I.F.: A-28345577 – Sociedad Unipersonal

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto y alcance del estudio

En este informe se presentan los resultados del "Estudio Geológico-Geotécnico para el Proyecto de la Balsa de la toma 11, del Canal de Aragón y Cataluña, en la localidad de Esplús (Huesca)". En el mismo se analizan y evalúan los condicionantes geológicos y geotécnicos del emplazamiento de la balsa prevista.

El encargo de este estudio ha sido realizado por TRAGSATEC, S.A., con objeto de disponer de datos específicos acerca de las características del subsuelo.

En el presente informe, SGS Tecnos, S.A. presenta la metodología seguida, los trabajos realizados y los resultados obtenidos de los mismos, detallándose las características de las investigaciones de campo efectuadas para el reconocimiento del terreno presente en el área de estudio. En este informe se incluye el análisis de las distintas actuaciones previstas y las recomendaciones geotécnicas para su ejecución.

Tanto el número de prospecciones realizadas como la localización de las mismas han sido solicitadas por el Cliente, considerando la posibilidad de acceso a los diferentes puntos, los distintos niveles de protección ambiental de los elementos existentes y el objetivo perseguido en las prospecciones geotécnicas realizadas.

1.2. Antecedentes

SGS Tecnos S.A. resultó adjudicataria del Contrato para la prestación de Servicios de Asistencia Técnica de un "Estudio Geológico - Geotécnico para el Poyecto de la Balsa de la Toma 11, del Canal de Aragón y Cataluña, en la Localidad de Esplús (Huesca)". Este estudio tiene el objetivo de reconocer las características del terreno donde se ubica la balsa proyectada.

La documentación consultada para la redacción del presente Estudio Geológico-Geotécnico ha sido la siguiente:

- Mapa Geológico de España, E: 1/200.000. Hoja 358: "Almacelles", editada por el IGME 1.990.
- Mapa Geotécnico de España, E: 1/200.000. Hoja 33: "Lérida", editada por el IGME.
- Documentación gráfica (fotografía aérea-ortofoto y topografía de detalle de la balsa proyectada) suministrada por TRAGSATEC.

En los siguientes apartados se sitúa la zona de estudio y sus principales características geológico-geotécnicas.

1.3. Situación de la zona de estudio

Aragón es una tierra que combina las grandes alturas del Pirineo, cimas de más de tres mil metros, con zonas de menos de doscientos metros de altura en la depresión central. Este singular medio, pero sobre todo la agreste climatología por la que se ve afectado, hacen que sea difícil el trabajo de sus suelos.

La especial disposición de los cauces fluviales que van a desembocar al Ebro, que cruza transversalmente la región, hace que abunde el secano, limitándose el regadío a las zonas de las riberas de estos ríos.

La localidad de Esplús se sitúa en la Comarca de la Litera, situada en la Provincia de Huesca, en el sector centro-oriental de la cuenca del Ebro, a medio camino entre los Pirineos y el cauce actual del río Ebro. Esta zona se caracteriza por extensas llanuras de cultivos de regadío bañadas por el Canal de Aragón y Cataluña.

2. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

Los trabajos de investigación geotécnica llevados a cabo han consistido, por orden cronológico, en la realización de una cartografía geológico – geotécnica, ejecución de campaña de reconocimientos mecánicos (sondeos mecánicos y calicatas mecánicas) y la posterior ejecución de ensayos de laboratorio.

Las prospecciones correspondientes a la campaña de investigación actual han consistido en la perforación de dos (2) sondeos mecánicos con recuperación continua de testigo, y la excavación de siete (7) calicatas mecánicas, realizadas por SGS Tecnos, S.A.

En el **Cuadro Nº 2.I.** se muestran las principales características de los reconocimientos geotécnicos realizados en la campaña de campo, distribuidos en la zona de implantación de la balsa.

En el **Plano Nº I** se muestran las situaciones de los trabajos de campo realizados. En el **Plano Nº 2** se representa la planta topográfica de la balsa.

A continuación se describen brevemente los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de esta campaña de campo.

2.1. Cartografía geológico-geotécnica

La cartografía de campo se realizó sobre una base topográfica a escala 1:1000 del emplazamiento de la balsa suministrada por TRAGASATEC. En esta cartografía se han diferenciado los depósitos del Cuaternario y del Terciario. La cartografía geológico-geotécnica realizada se muestra en el **Plano Nº III**, del presente documento.

Una vez finalizada la campaña de prospecciones geotécnicas se confeccionaron los perfiles geológico-geotécnicos transversales a la balsa prevista. Estos perfiles, ortogonales entre sí, se incluyen en el **Plano Nº IV,** del presente documento.

PROSPECCIÓN Nº	TIPO PROSPECCIÓN	PROFUNDIDAD FINAL (m)	OBJETIVOS	FORMACIONES AFECTADAS	NIVELES DE AGUA DETECTADOS (m)	FECHA INICIO	FECHA FIN
S-1	Sondeo mecánico	12,15	Cimentación balsa	Q_{ED} suelo de alteración edáfica, sobre T_D depósitos detríticos terciarios.	4,20	08/07/10	12/07/10
S-2	Sondeo mecánico	8,15	Cimentación balsa	Q_{ED} suelo de alteración edáfica y Q_{CO} depósitos coluviales, sobre T_D depósitos detríticos terciarios.	SECO	13/07/10	13/07/10
C-1	Calicata mecánica	1,70	Cimentación balsa	Q_{ED} suelo de alteración edáfica, sobre T_D depósitos detríticos terciarios y limolitas rojizas.	SECO	08/07/10	
C-2	Calicata mecánica	3,30	Cimentación balsa	Q_{ED} suelo de alteración edáfica y Q_{CO} depósitos coluviales, sobre T_D depósitos detríticos terciarios.	SECO	08/07/10	

".

PROSPECCIÓN Nº	TIPO PROSPECCIÓN	PROFUNDIDAD FINAL (m)	OBJETIVOS	FORMACIONES AFECTADAS	NIVELES DE AGUA DETECTADOS (m)	FECHA INICIO	FECHA FIN
C-3	Calicata mecánica	4,10	Cimentación balsa	Q_{ED} suelo de alteración edáfica, sobre T_D depósitos detríticos terciarios.	SECO	08/07/10	
C-4	Calicata mecánica	4,10	Cimentación balsa	Q_{ED} suelo de alteración edáfica, sobre T_D depósitos detríticos terciarios.	SECO	08/07/10	
C-5	Calicata mecánica	4,00	Cimentación balsa	Q_{ED} suelo de alteración edáfica y Q_{CO} depósitos coluviales, sobre T_D depósitos detríticos terciarios..	SECO	08/07/10	
C-6	Calicata mecánica	3,10	Cimentación balsa	Q_{ED} y Q_{CO}, sobre T_D depósitos detríticos terciarios.	SECO	08/07/10	
C-7	Calicata mecánica	3,30	Cimentación balsa	Q_{ED} Q_{CO}, sobre T_D.	SECO	08/07/10	

Cuadro Nº 2.I. Características principales de los reconocimientos de campo realizados en las zona de implantación de la balsa prevista.

2.2. Sondeos mecánicos

Los sondeos mecánicos fueron perforados mediante una sonda modelo SEGOQUI 09, montada sobre un camión MAN 4x4. Las perforaciones se realizaron a rotación, con batería simple de diámetro 101 y 86 mm, empleándose coronas de widia. Posteriormente se procedió a la colocación de tubería piezométrica y tapa metálica en cada uno de los sondeos ejecutados.

La descripción geológico-geotécnica de las columnas perforadas en los sondeos mecánicos realizados se incluye en el **Anexo I**, junto con el correspondiente reportaje fotográfico. Las testificaciones de los sondeos mecánicos incluyen los ensayos "in situ" realizados (S.P.T. y ensayos de permeabilidad) y las muestras obtenidas, así como las observaciones relativas a los niveles de agua reconocidos.

Todos los trabajos realizados en campo han sido supervisados permanentemente por técnicos cualificados, quienes realizaron la descripción de las columnas y testificación geotécnica de los sondeos mecánicos y el correspondiente muestreo.

En el **Cuadro Nº 2.2.I.** se muestran las principales características y situación de los sondeos mecánicos realizados.

SONDEO Nº	PROFUNDIDAD FINAL (m)	COORDENADAS		
		X	Y	Z
S-1	12,15	272.548	4.626.474	271,41
S-2	8,15	272.610	4.626.299	269,58

Cuadro Nº 2.2.I. Características y situación de los sondeos mecánicos realizados.

El **Cuadro Nº 2.2.II** incluye la relación de muestras obtenidas y ensayos de penetración estándar (S.P.T.) realizados durante la perforación de los sondeos.

SONDEOS	Muestras y ensayos "in situ"						
	TP y MI			SPT			
	Prof (m)	Golpeo	Formación y Litología	Prof (m)	Golpeo	N_{30}	Formación y Litología
S-1				1,00 – 1,45	7/8/18	26	Q_{ED} Am Ar
	3,00 – 3,23		T Ar Dr				
				4,00 – 4,15	R	R	T Ar Dr
	6,05-6,24		T Ar Dr				
				7,00 – 7,15	R	R	T Ar Dr
	9,17 – 9,40		T Ar Qm Dr				
				10,00 – 10,15	R	R	T Ar Qm Dr
	11,24 – 11,40		T Ar Qm Dr				
				12,00 – 12,15	R	R	T Ar Qm Dr
S-2				2,00 – 2,45	6/5/7	12	Q_{CO} Am Ar Gr
	4,00 – 4,16		Q_{CO} Am Ar Gr				
				5,00 – 5,45	8/14/30	44	T Ar Qm Dr
	5,45 – 5,70		T Ar Qm Dr				
	7,60 – 7,89		T Ar Qm Dr				
				8,00 – 8,15	R	R	T Ar Qm Dr

Q_{ED}: Cuaternario edáfico y suelo removilizado, Q_{CO}: Depósitos coluviales, T: Terciario
Am: Limos, Qm: Margas, Ar: Arcillas, Dr: Arenas y Gr: Gravas

Cuadro Nº 2.2.II. Muestras obtenidas y ensayos de penetración S.P.T. realizados en los sondeos mecánicos.

2.2.1. Toma de muestras

Con objeto de llevar a cabo ensayos de laboratorio y poder caracterizar el terreno se realizó un muestreo adecuado en los sondeos perforados, obteniendo testigos parafinados, en los niveles más cohesivos.

Las muestras parafinadas son testigos del material extraído de la perforación a rotación, que gracias a su cierta cohesión, son susceptibles de parafinar para protegerlos y mantener intactas sus propiedades físicas para su posterior análisis en laboratorio.

La relación de testigos parafinados obtenidos se incluyen en el Cuadro Nº 2.2.II anteriormente citado.

Dada la naturaleza y compacidad del terreno no resulto posible la toma de muestras inalteradas, dada la incapacidad de hincado del tomamuestras.

2.2.2. Ensayos "in situ"

A continuación se describen los ensayos realizados durante la perforación de los sondeos mecánicos, los cuales consisten en la ejecución de ensayos de penetración estándar y ensayos de permeabilidad "Lefranc".

a) Ensayos de penetración estándar (S.P.T.)

Durante la perforación de los sondeos mecánicos se llevaron a cabo un total de ocho (8) ensayos S.P.T. (Standard Penetration Test), con cuchara normalizada y según la norma UNE-EN ISO 22476-3.

El objetivo de estos ensayos es proporcionar datos característicos de penetración de los diferentes suelos perforados, mediante ensayos realizados "in situ" en el interior de los sondeos mecánicos.

La maza utilizada para la hinca de 3 tramos de 15 cm tiene un peso de 63,5 kg (±0,5) y una altura de caída de 760 mm (± 10). La suma del número de golpes aplicados en los dos tramos finales proporciona el parámetro N_{30}, N_{SPT} o N, denominado también resistencia a la penetración estándar.

Se considera finalizado el ensayo cuando se alcanzan los 50 golpes durante la penetración de asiento o bien en cualquiera de los dos intervalos de 15 cm, denominándose en el registro la penetración alcanzada y el símbolo R (rechazo).

Mediante el ensayo SPT, se pretende estimar "in situ" la compacidad relativa de un suelo arenoso. Se trata de un ensayo especialmente indicado para terrenos arenosos; su empleo en suelos arcillosos y limosos presenta mayor dificultad de interpretación.

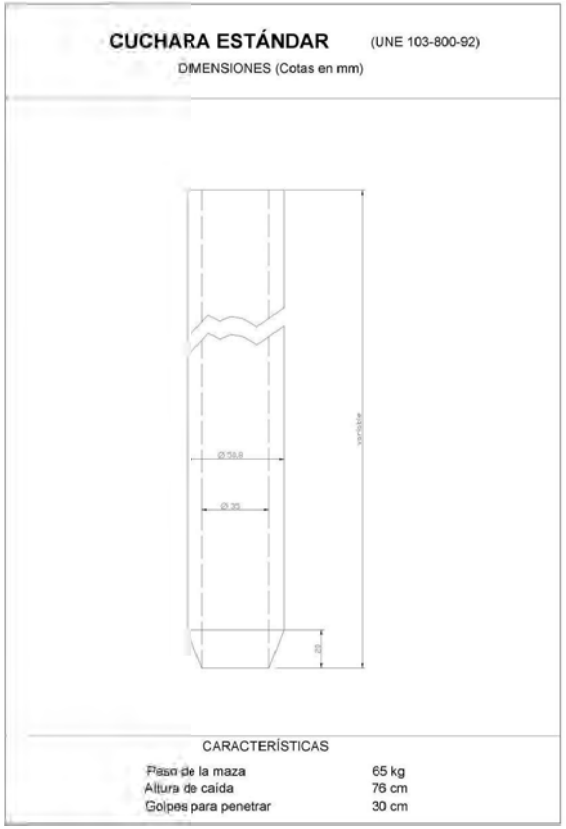


Figura 2.2.2.a. Características del ensayo de penetración estándar

La totalidad de los ensayos realizados se incluyen en el **Cuadro Nº 2.2.I** mostrado con anterioridad.

b) Ensayos de permeabilidad

Cuando las características del estudio o del propio terreno lo aconsejan, como es el caso que nos ocupa, se procede a la realización de ensayos de permeabilidad.

El tipo de ensayo adecuado para las características de los terrenos reconocidos es el ensayo Lefranc o Gilg-Gavard a nivel constante y a nivel variable. Los ensayos Lefranc

se realizan en suelos granulares o cohesivos y rocas blandas o rocas duras muy fracturadas.

En el **Cuadro Nº 2.2.2.I** se incluye la distribución y características de los ensayos de permeabilidad realizados.

SONDEO Nº	PROFUNDIDAD FINAL (m)	PROFUNDIDAD ENSAYO		RESULTADO		
		Inicio (m)	Fin (m)	Nivel constante k (cm/s)	Nivel variable k (cm/s)	OBSERVACIONES
S-1	12,15	1,50	2,00	0	0	Impermeable
		4,00	4,50	0	0	Impermeable
S-2	8,00	1,50	2,10	$9,99 \times 10^{-5}$	$3,10 \times 10^{-5}$	Muy poco permeables
		4,50	5,00	$3,82 \times 10^{-5}$	$5,54 \times 10^{-5}$	Muy poco permeables

Cuadro Nº 2.2.2.I. Ensayos de permeabilidad realizados en el interior de los sondeos mecánicos.

Cabe destacar que a pesar de realizarse uno de los ensayos de permeabilidad en el nivel cuaternario coluvial, (sondeo S-2 (1,50 – 2,10 m), la permeabilidad es muy baja dada la presencia de una matriz fundamentalmente cohesiva, confirmando los antecedentes hidrogeológicos de la zona.

En general, atendiendo a la clasificación de Custodio y Llamas los terrenos ensayados son prácticamente impermeables, tal y como se observa en la figura adjunta **Figura 2.2.2.b.**

Permeabilidad m/día	10^{-6} 10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 1 10 10^{2} 10^{3} 10^{4}				
Clasificación	Impermeables	Poco permeable	Algo permeable	Permeable	Muy permeable
Clasificación del acuífero	Acuífero	Acuífero	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero excelente
Tipo de materiales	Arcilla compacta Pizarra Granito	Limo arenoso Limo Arcilla limosa	Arena fina Arena limosa Caliza fracturada	Arena limpia Grava y arena Arena fina	Grava limpia

Figura 2.2.2.b. Clasificación de terreno por la permeabilidad (Custodio y Llamas 1983)

2.2.3. Medida de niveles de agua

Dada la importancia de la presencia de niveles freáticos en el terreno, durante la perforación de los sondeos mecánicos se ha tenido un control de los niveles de agua y su variación en el tiempo.

En los sondeos mecánicos perforados ha sido detectado un nivel de agua a cota -4,20 m. desde cota de boca de sondeo S-1. Las medidas realizadas del nivel de agua en los sondeos mecánicos, se incluyen en el **Cuadro Nº 2.2.3.I.**

SONDEO Nº	NIVEL FREÁTICO (m)
S-1	4,20
S-2	SECO a 8,15

Cuadro Nº 2.2.3.I. Niveles de agua medidos en los sondeos.

2.3. Calicatas mecánicas

El reconocimiento geotécnico del terreno ha incluido la excavación de siete (7) calicatas mecánicas, situándose en la zona de la balsa prevista.

Estas prospecciones consisten en la excavación, con ayuda de una retroexcavadora mecánica, del terreno hasta una cota aproximada de 3 a 4 m de profundidad donde se puede observar el perfil estratigráfico del terreno y algunas características de interés geotécnico como la estabilidad de las paredes, la excavabilidad, la aparición del nivel freático, etc... Además, se pueden recoger muestras de interés para su análisis.

Las calicatas mecánicas se realizaron con una retroexcavadora mixta, de potencia y características adecuadas para alcanzar una profundidad comprendida entre 3,5 y 4,00 metros, siempre que el terreno lo permita.

En el **Cuadro Nº 2.3.I.** se incluyen las principales características y situación de las calicatas mecánicas realizadas. El **Cuadro Nº 2.3.I** presenta el muestreo realizado en las mismas, muestras de saco y de humedad obtenidas.

Las testificaciones geológico-geotécnicas de las calicatas mecánicas excavadas se incluyen en el **Anexo II** del presente documento.

La situación de las mismas se muestra en los **Planos Nº II** del presente documento.

PROSPECCIÓN Nº	PROFUNDIDAD FINAL (m)	COORDENADAS UTM			MUESTRAS TOMADAS	PROFUNDIDAD DEL NIVEL DE AGUA
		X	Y	Z		
C-1	1,70	272534	4626498	285,10	2 MA (0,10-1,30 m), 2 MA (1,30-1,70 m)	SECO
C-2	3,30	272554	4626349	279,51	2 MA (0,70-2,00 m) 2 MA (2,00-3,30 m)	SECO
C-3	4,10	272596	4626264	273,96	2 MA (0,40-3,30)	SECO
C-4	4,10	272663	4626319	268,91	2 MA (0,70-4,10)	SECO
C-5	4,00	272656	4626371	269,41	2 MA (2,60-4,00)	SECO
C-6	3,10	272629	4626434	269,56	2 MA (2,30-3,10)	SECO
C-7	3,30	272659	4626434	272,90		SECO

Cuadro Nº 2.3.I. Medidas de niveles de agua y muestreo en las calicatas mecánicas.

2.4. Ensayos de laboratorio

En las muestras recogidas del testigo de perforación y las calicatas ejecutadas, se han realizado una serie de ensayos en el laboratorio de Mecánica del Suelo de SGS Tecnos, oficialmente acreditado por la Comunidad de Madrid S./R.D. 1230/89.

Estos ensayos están encaminados a la identificación y clasificación, así como a la determinación de las características resistentes de los materiales.

Los protocolos de los ensayos de laboratorio realizados se incluyen en el **Anexo IV**, del presente documento.

En el **Cuadro Nº 2.4.I.** se enumeran los ensayos de laboratorio realizados para la caracterización geotécnica de los materiales afectados por la construcción de la balsa proyectada.

TIPO DE ENSAYO	UNIDADES
Ensayos de caracterización	
Determinación de la humedad natural	10
Determinación de la densidad aparente y seca	10
Determinación de los límites de Atterberg	12
Comprobación de la no plasticidad	4
Granulometría por tamizado	16
Granulometría por sedimentación del material <0,08 mm	2
Ensayo Próctor Normal	5
Ensayo edométrico con curva de consolidación	2
Hinchamiento Lambe	2
Ensayos mecánicos	
Resistencia a compresión simple en suelo	5
Triaxial consolidado no drenado en suelo	2
Ensayos químicos	

TIPO DE ENSAYO	UNIDADES
Contenido de sulfatos solubles en muestra de suelo	6
Contenido de materia orgánica	6
Contenido de carbonatos	6
Otros	
Ensayo de dispersabilidad o Pin-Hole	2
Medida de permeabilidad en suelos	2

Cuadro Nº 2.4.I. Relación de ensayos de laboratorio realizados.

3. GEOLOGÍA

En este capítulo se exponen los aspectos geológicos de la zona objeto de estudio, partiendo de un encuadre a escala regional para llegar a la geología de detalle del emplazamiento previsto para la balsa proyectada.

3.1. Marco geológico

El área de estudio está situada en la parte centro-oriental de la Cuenca del Ebro, entre los ríos Cinca y Noguera Ribagorzana. La Cuenca el Ebro es la fosa de antepaís de la Cordillera pirenaica, rellena por depósitos marinos terciarios en la base y molasas continentales encima. En su borde septentrional es cabalgada por las unidades alóctonas del Pirineo. En los bordes meridionales las molasas son cabalgadas o se apoyan sobre el sustrato preterciario de los Catalánides y de la Cordillera Ibérica, indistintamente.

Los materiales del área de estudio están compuestos básicamente por arcillas con paleocanales de arenisca, y aparecen en posición subhorizontal. Su edad es Oligoceno Superior y Mioceno inferior.

Los materiales neotectónicos son todos ellos cuaternarios siendo fundamentalmente depósitos de glacis y terrazas, existiendo otros depósitos de tipo aluvial y coluvial, que ocupan en conjunto gran parte de la cuenca centro-oriental del Ebro.

Los materiales de época neotectónica representados en la hoja de Almacelles, corresponden a un complejo sistema de glacis y terrazas desarrollado por los ríos Cinca y Noguera Ribagorzana durante el Cuaternario y a una serie de depósitos de origen aluvial y coluvial de edad Holocena. Todos estos materiales detríticos descansan discordantemente sobre depósitos continentales de composición básicamente detrítica cuya edad es Oligoceno superior y Mioceno inferior.

Figura Nº 3.1.a. Perfil longitudinal atravesando la localidad de Esplús. Extraído del Mapa Geológico de España, Hoja nº 358 "Almacelles" (IGME, 1990).

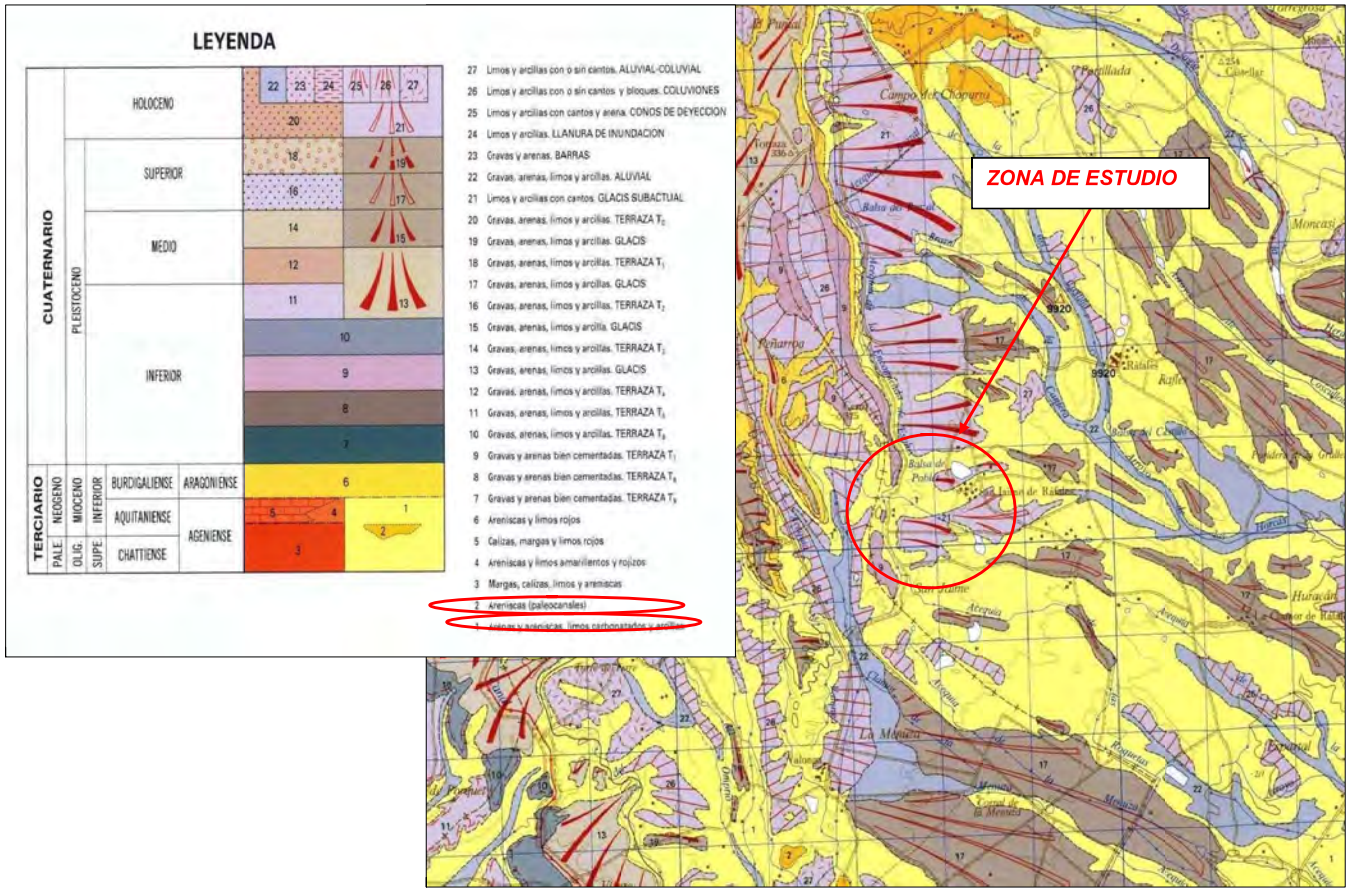


Figura Nº 3.1.b. Síntesis geológica, sin escala, extraída del Mapa Geológico de España, Hoja nº 358 "Almacelles" (IGME, 1990).

3.2. Estratigrafía

A continuación se describe brevemente los materiales terciarios y cuaternarios reconocidos en el emplazamiento de la balsa proyectada. Cabe destacar la mayor representación, en extensión superficial, de los depósitos cuaternarios de origen coluvial y de alteración edáfica en el área de estudio.

La evolución sedimentológica de la cuenca terciaria del Ebro se encuentra ligada íntimamente a la evolución tectónica de sus márgenes y sobre todo, se configura como una cuenca altamente interrelacionada con la evolución del orógeno pirenaico. El emplazamiento de unidades alóctonas durante el Paleoceno y Eoceno (sobre todo durante este último periodo), controlan la evolución sedimentaria de la cuenca continental del valle del Ebro.

3.2.1. Depósitos terciarios (Oligoceno superior y Mioceno inferior)(T_D)

En la hoja de Almacelles se han distinguido tres "unidades": Huesca, Galocha y Zuera-Lanaja, que sin rango formal de formaciones se han distinguido a nivel cartográfico. La relación entre estas "unidades" sedimentarias se pone de manifiesto por paraconformidades, pero su diferenciación es difícil de poner de manifiesto en la mayoría de los casos.

- *Unidad Huesca: Oligoceno Superior-Mioceno Inferior (Ageniense)*

Los materiales que forman esta unidad están constituidos por margas, calizas margosas, limos y areniscas.

Las margas, de colores gris azulado, se encuentran intercaladas entre los niveles de limos y arenisas de tonos ocres y rojizos.

Las calizas corresponden a micrita (mudstone) y biomicrita (wackestone), algo dismicríticas, finamente laminada, disponiéndose en estas finas láminas los delgados lechos que contienen limo de cuarzo, mas raramente arena fina o muy fina, óxidos de hierro y materia orgánica. Se presentan algo recristalizadas y, hacia el techo de esta unidad, algo dolomitizadas.

Las areniscas corresponden a litarenitas calcáreas, algo feldespáticas con muy escasa matriz calcárea y sericítica. El conjunto de estos materiales configuran un depósito palustre- lacustre con algo de influencia fluvial en esta área.

- *Unidad Galocha: Oligoceno Superior-Mioceno Inferior (Ageniense)*

Está constituida por dos conjuntos litológicos:

- Areniscas y limos amarillentos y rojizos.
- Calizas, margas y limos rojos.

El primero se sitúa encima de la unidad Huesca, de forma erosiva, por medio de un banco de areniscas gris verdosas a la que siguen limos y arcillas grises, ocres y rojizas con intercalaciones de bancos de arenicas y algunos bancos de calizas margosas o margas calcáreas. Predominan los depósitos de arcillas y limos de colores rojizos y ocres sobre el resto de los tramos litológicos.

Las areniscas presentan bioturbación y, en general, base erosiva, formando canales en secuencias deposicionales positivas. Se observa en estos cuerpos arenosos estratificación cruzada en surco y planar y "ripples" de corriente. Los niveles carbonatados están a veces bioturbados intensamente, con un alto contenido en materia orgánica y evidencias de procesos edáficos.

El conjunto se atribuye a depósitos fluvio-meandriformes; efectivamente los tramos de areniscas canaliformes sugieren un cierto gradiente en los aportes a la cuenca. Los niveles de arcillas (lutitas) indicarán un depósito de llanura lutítica (mud-flat) a la que esporádicamente llegarían cursos fluviales canaliformes. Los niveles carbonatados indican zonas de encharcamiento donde se depositan los carbonatos.

En el segundo conjunto litológico predominan las facies de margas, generalmente bioturbadas que intercalan niveles de calizas oquerosas. El ambiente de depósito se considera del tipo lacustre-palustre, en el que las margas corresponderían a los depósitos lacustres más distales, mientras que las calizas deben situarse más hacia el borde del lago. Los niveles de areniscas y limos indicarían episodios de una mayor energía, con aportes fluviales canalizados o meandriformes del tipo de la secuencia anterior.

- *Unidad Zuera-Lanaja. Mioceno Inferior (Aragoniense)*

Está representada por areniscas y limos arcillosos rojos con algunos niveles más carbonatados (margas). Afloran en el escarpe situado encima de la parcela en estudio.

Los limos arcillosos rojos componen la mayor parte de la columna y en ellos se intercalan importantes bancos de areniscas grises, rojas y ocres, de base erosiva y que engloban cantos blandos. Este depósito corresponde a depósitos fluviales meandriformes con llanura de inundación (depósitos de arcillas) y zonas palustres-lacustres donde se depositaron las facies más carbonatadas.

3.2.2. Depósitos cuaternarios (Q_{CO} y Q_{ED})

Se encuentran tapizando a los materiales terciarios a lo largo de la extensión superficial donde se ubicará la balsa. En el área de estudio se localizan depósitos coluviales, resultado de la erosión del escarpe terciario situado tras el canal, y suelos removilizados, tierra de labor u horizontes de alteración edáfica.

- Depósitos coluviales (Qco)

Estos depósitos alcanzan una amplia extensión lateral. Los abanicos coluviales son coalescentes en algunos sectores mientras que en otros se encuentran aislados. Están constituidos por limos y arcillas con cantos, en una proporción matriz-cantos de 70-30% aproximadamente. Los cantos no exceden por lo general de 7-8 cm. de diámetro y son

de naturaleza areniscosa, conglomerática y calcárea. Presentan espesores medios en la parcela comprendidos entre 1,80 y 4 m.

- Suelos removilizados y horizonte de alteración edáfica (Qed)

La parcela se encuentra en un área cultivable. Además se llevaron a cabo tareas de excavación anteriores para la colocación de una tubería de riego. Estos movimientos de tierra junto con el suelo procedente de la alteración superficial de los materiales terciarios y cuaternarios, se traduce en una potencia media de 0,7 m. distribuida homogéneamente sobre el sustrato geológico natural.

3.3. Tectónica y estructura

En la mayor parte de la Cuenca los depósitos terciarios están poco o nada deformados, apareciendo en posición subhorizontal.

Las deformaciones que afectan a estos materiales son extraordinariamente escasas. Se han encontrado sistemas de diaclasas sobre areniscas de edad Aragoniense, pertenecientes a la Unidad de Zuera-Lanaja, que se agrupan en dos familias, una dominante en dirección NO-SE y otra menos representativa en dirección SW-NE.

3.4. Hidrogeología

En la Hoja afloran materiales cuaternarios (glacis, coluviales, llanuras interfluviales) y terciarios.

El interés hidrogeológico de los cuaternarios es escaso debido a su poco espesor y por estar drenados por los arroyos que los atraviesan.

En el Terciario sólo se encuentran pequeños acuíferos asociados a los tramos más permeables de las facies detríticas, como son las areniscas, arenas y limos arenosos de las unidades “Huesca” y “Galocha”, las cuales presentan escaso interés hidrogeológico y a nivel muy local, ya que la escasa potencia de los tramos y el grado de aislamiento, hacen que la recarga sea muy limitada.

Las características hidrogeológicas de los materiales afectados, tanto cuaternarios como terciarios, se han evaluado a nivel local, mediante la realización de ensayos tanto in situ como de laboratorio. A este efecto se han realizado ensayos de permeabilidad in situ de tipo Lefranc a nivel constante y a nivel variable y ensayos de medida de permeabilidad en suelos en laboratorio, a carga constante en suelos granulares y en célula triaxial de 1,5’’ en suelos cohesivos.

3.5. Geomorfología

El área de estudio se encuentra dentro de la unidad morfoestructural de la Cuenca del Ebro, englobada en un subsistema que se caracteriza, en su mayoría, por un relieve amesetado de pequeños valles y zonas de interfluvios donde se desarrollan resaltes estructurales en sedimentos terciarios de disposición subhorizontal, debido a la alternancia de materiales competentes (areniscas) y blandos (terrígenos, arcillosos y margosos).

Las principales formas presentes en el área de estudio se deben a procesos fluviales de una red de drenaje marcadamente dendrítica, y a superficies de erosión sobre materiales terciarios y aterrazados antiguos. Los primeros están representados por llanuras de inundación y cauces abandonados, mientras que los segundos forman escalones estructurales y cerros aislados.

Los coluviones se producen debido a la acción combinada del agua y de la gravedad en las vertientes. Son muy frecuentes en el área de estudio, conectando los escarpes terciarios con los fondos de valle a modo de glacis o piedemonte.

Procesos geomorfológicos, actualmente activos, que pueden implicar algún riesgo para el trazado estudiado son fenómenos de erosión por socavación que pueden afectar a los niveles más limo-arcillosos y arenosos de las unidades “Huesca” y “Galocha”, si bien no se han identificado en las proximidades del área de estudio este tipo de fenómenos ya que están tapizados por una capa de depósitos coluviales y/o tierra de labor de espesor variable.

Otro tipo de proceso geomorfológico detectado son pequeños movimientos de ladera, a modo de desplomes o caídas de bloques, producidos a favor del descalce de tramos rocosos de la unidad “Zuera-Lanaja”.

3.6. Sismicidad

La sismicidad en la zona de estudio es baja, únicamente se ha detectado un solo movimiento sísmico en la hoja. Este se produjo el 16 de Junio de 1981, encontrándose su epicentro en el cuadrante nororiental de la presente cartografía. Su magnitud fue de 2,8 y no se conoce la profundidad a que se sitúa el hipocentro. Justamente al sur de la Hoja, se produjo otro seísmo el 23 de Junio de 1978, con una magnitud de 2,7.

a) Generalidades y ámbito de aplicación

Los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la elaboración de proyectos se recogen en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

La citada norma delimita la peligrosidad sísmica de cada punto del territorio nacional en base a lo que denomina aceleración sísmica básica, cuyo valor se representa en relación al valor de la gravedad, g, e indica un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno. La Figura 3.6.a. muestra el mapa de peligrosidad sísmica, contenido en la NCSE-02, para el territorio español.

Figura 3.6.a: Mapa de peligrosidad sísmica

El sur de la Provincia de Huesca y en concreto la localidad de Esplús, se encuentra en mapa de peligrosidad sísmica de la NCSR con una aceleración sísmica básica inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad, por lo que presenta unas afecciones sísmicas bajas; encontrándose exento de aplicación de la norma la edificación proyectada, ya que se englobaría en el grupo de construcciones de importancia normal con aceleración sísmica inferior a 0,04g.

3.7. Riesgos geológico-geotécnicos

Los principales riesgos geotécnicos que podrían afectar a la obra proyectada en función de las características del terreno son:

- Tubificación o piping: consiste en la formación de conductos o "pipes" a favor de las zonas geológicamente más débiles, por planos de estratificación permeables, o en cualquier otra zona de concentración del flujo donde la energía llega sin sufrir grandes pérdidas debidas a la fricción.

La tubificación presenta varias modalidades. Una de ellas es la dispersión. Se denomina así al proceso por el cual las partículas de arcilla de muy pequeñas dimensiones, ven disminuidas sus fuerzas de atracción molecular por efecto de la presencia de iones de sodio, lo que las vuelve susceptibles al arrastre o dilución. Determinadas condiciones como flujos de agua pura (agua de lluvia), con bajos contenidos de sales, activan y aceleran el proceso, incluso con cargas nulas o muy pequeñas de agua.

- Baja capacidad portante de suelos cuaternarios y asientos diferenciales: los materiales cuaternarios, tanto los suelos procedentes de alteración edáfica como los depósitos co-

luviales presentan bajas capacidades de carga. Localmente, y debido a una mayor proporción de gravas o a la existencia de niveles cementados, los depósitos coluviales pueden llegar a presentar una capacidad de carga alta. Ya que son materiales heterogéneos, pueden dar lugar a asientos diferenciales en terraplenes apoyados directamente sobre ellos.

- Agresividad del terreno: los resultados de los ensayos de laboratorio reflejan una concentración en sulfatos comprendida entre 480 y 1.320 mg/kg para las muestras recogidas en la "*unidad Galocha arenosa*", por lo que presenta una agresividad nula. En la *"unidad Galocha arcillosa"* la concentración de sulfatos obtenida es de 960 mg/kg, no siendo por tanto agresiva por contenido en sulfatos. En las muestras recogidas en los depósitos *"coluviales"*, se han obtenido concentraciones comprendidas entre 720 y 1800 mg/kg, por lo que no presentan agresividad por sulfatos.

- Desprendimientos y descalces a favor de niveles menos competentes: dada la presencia de niveles de limolitas y areniscas, intercalados con otros niveles de menor competencia mecánica, como limos y arcillas, estos pueden erosionarse con facilidad por socavación y provocar el descalce de los tramos rocosos, provocando movimientos de la ladera de tipo desprendimiento. Estos fenómenos han acaecido en el pasado geológico en el escarpe situado tras la ubicación de la balsa, como atestigua la presencia de boques areniscosos y conglomeráticos de tamaño métrico. Estos fenómenos, en menor medida, podrían darse en la excavación de desmonte.

Según el Mapa Geotécnico de España E: 1/200.000. Hoja 33: "Lérida", editada por el IGME, el área de estudio se hallaría comprendida entre las unidades geotécnicas II_3 y II_7. Dentro de la unidad II_3 se engloban los depósitos terciarios descritos, mientras que la unidad II_7 corresponde a los depósitos coluviales.

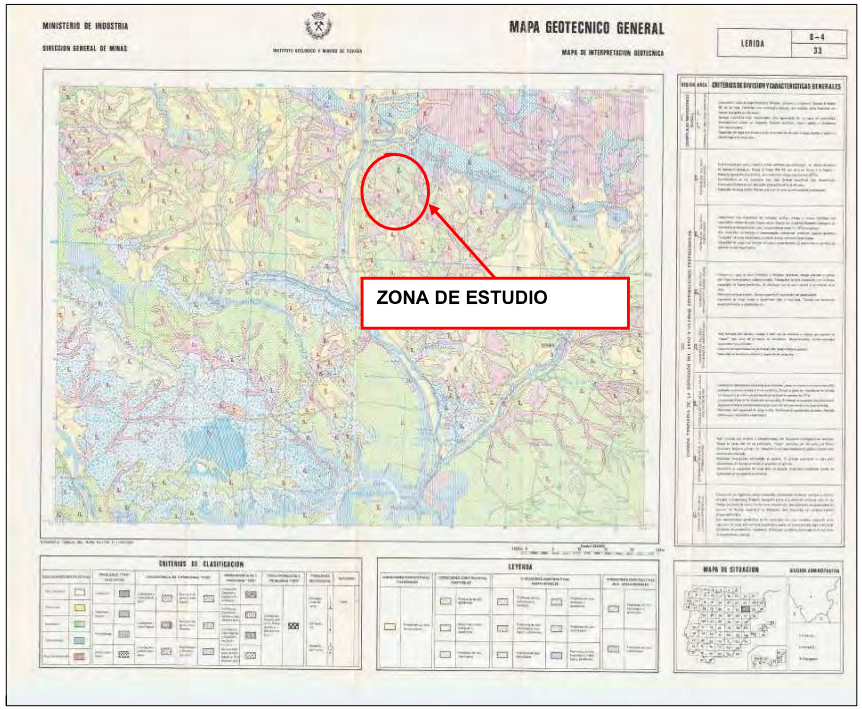


Figura 3.7.a: Mapa Geotécnico de España E 1:200.000, Hoja 33, Lérida.

4. GEOTECNIA

En este apartado se describen y analizan las características y propiedades geotécnicas de los materiales existentes en la zona de estudio.

De forma general, el drenaje presente en la zona de estudio es deficiente, dadas las formas planas existentes, concentrándose en la superficie mediante arroyos discontinuos, siendo frecuentes encharcamientos temporales locales. Así resultan poco permeables los depósitos coluviales, en conexión hidráulica con los depósitos terciarios. El sustrato terciario se considera poco permeable por porosidad primaria, dado su carácter principalmente cohesivo, aunque puede presentar estratos permeables por la presencia de lentejones arenosos.

Teniendo en cuenta la presencia mayoritaria de depósitos de origen coluvial en la zona objeto de estudio, habrá que tener en cuenta la problemática geotécnica de cimentar los rellenos previstos en este material. Por otra parte no se ha detectado un nivel freático continuo, si bien, no se descarta la presencia de bolsas de agua colgadas, formadas a favor de los lentejones arenosos, como se interpreta del nivel de agua detectado en el sondeo S-1.

A lo largo de este apartado se efectúa un estudio de las cimentaciones previstas, atendiendo a los reconocimientos geológico-geotécnicos realizados durante la campaña geotécnica y a las solicitaciones de estas obras de tierras o fábrica.

La cimentación de las edificaciones previstas solicitará la determinación del sustrato resistente de apoyo, estudiando la consistencia tanto de depósitos coluviales como de los depósitos terciarios infrayacentes. En general el sustrato terciario se considera un horizonte de apoyo aceptable, realizándose un control exhaustivo de los niveles blandos y un seguimiento de la evolución de los niveles freáticos presentes.

En las excavaciones previsibles se determinarán tanto la posición de los niveles de agua presentes en el terreno, y a lo largo de la zona de estudio; como su estabilidad y reutilización en la obra. Estas excavaciones corresponden a la ejecución de la balsa, además de saneos de la cimentación de la misma.

4.1. Caracterización geotécnica de los materiales

A continuación se describen brevemente los materiales presentes en el sustrato desde el punto de vista geotécnico, haciendo hincapié en los puntos de mayor problemática que deberán ser considerados en el desarrollo del proyecto de construcción correspondiente.

En el **Cuadro Nº 4.1.I** se sintetizan los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras recogidas en sondeos mecánicos y calicatas mecánicas, indicándose la unidad geotécnica a la que pertenecen.

A continuación se incluye un breve análisis de los resultados obtenidos por litotipos o unidades geotécnicas consideradas:

a) Suelo removilizado y horizonte de alteración edáfica (Q_{ED})

Se engloba en este término aquellos depósitos antrópicos y/o alterados. Se sitúan discordantemente sobre los depósitos coluviales cuaternarios en la mitad sur de la parcela, y directamente sobre los terciarios en la mitad norte. Se encuentran formados por materiales de granulometría muy variada, fundamentalmente lo conforman arcillas limoarenosas poco plásticas (CL) y gravas dispersas.

b) Abanicos coluviales (Q_{co})

La litología de los conos está formada por arcillas y limos de baja plasticidad (CL-ML), así como en menor proporción por arenas arcillosas (SC) y arenas limosas (SM) con gravilla y cantos en posiciones proximales o superficialmente (GC), y unas arcillas y fangos arenosos (CL-SC) poco plásticos en posiciones distales o en profundidad.

El **Cuadro Nº 4.1.I** muestra los ensayos de laboratorio realizados sobre estos depósitos coluviales (Q_{CO}), además de la síntesis geotécnica correspondiente.

En la **Figura Nº 4.1.a** se representa el huso granulométrico, mientras que en la **Figura Nº 4.1.b** se muestra la carta de plasticidad de Casagrande.

Muestra	Profundidad	Tipo de muestra	S.U.C.S	Humedad(%)	Densidad seca (g/cm3)	Densidad húmeda (g/cm3)	Granulometría						Límites de Atterberg				Lambe		Proctor			Granul. por sedimentac.		Corte directo			Compresión		Edómetro		Ensayos químicos				
							63 mm (% pasa)	40 mm (% pasa)	5 mm (% pasa)	2 mm (% pasa)	0,4 mm (% pasa)	0.08 mm (% pasa)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	No plasticidad	Índice hinchamiento (MPa)	Cambio vol. potencial	Tipo	Densidad máxima (g/cm3)	Humedad óptima (%)	Partículas en suspensisón (%)	Diámetro máximo part susp (mm)	Tipo de corte	Ángulo rozamiento	Cohesión (kPa)	Tensión (kPa)	Deformación (%)	Cc Índ. compresión	Cu Índ.entumecimnto.	Sales solubles (%)	Carbonatos CaCO3 (%)	Materia orgánica (%)	Sulfatos SO3 (%)	Sulfatos SO4 (mg/kg suelo)
S-2	2,00-2,45	SPT	CL	9,5	1,74	1,91	100,0	100,0	88,4	81,8	72,3	53,8	25,4	16,7	8,7																				
C-2	0,70-2,00	MA	GC				100,0	100,0	71,2	62,2	49,2	31,8	26,0	18,3	7,7				N	1,99	10,0														
C-3	0,40-3,30	MA	ML-CL				100,0	100,0	88,3	86,0	78,7	51,8	24,8	19,2	5,6				N	1,95	13,0	31,0	0,005									19,78	0,51	0,15	1800
C-4	0,70-4,10	MA	SM				100,0	100,0	70,5	60,5	51,7	26,2				N.P.																17,30	0,32	0,06	720

Cuadro Nº4.1.I. Resultados de los ensayos de laboratorio realizados en depósitos coluviales (Q_{CO}).

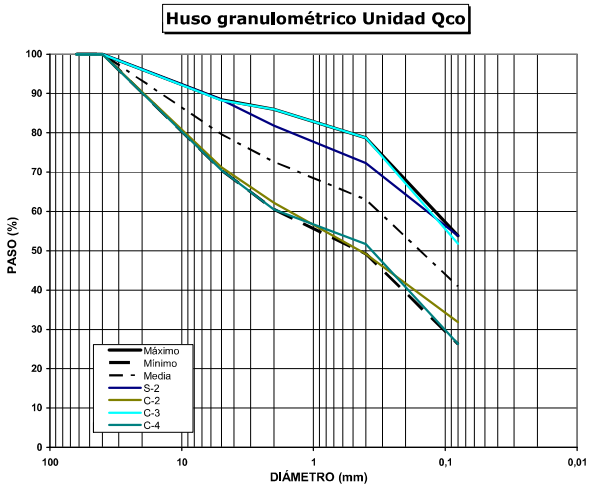


Figura Nº 4.1.a.- Huso granulométrico de los depósitos coluviales, Q_{CO}

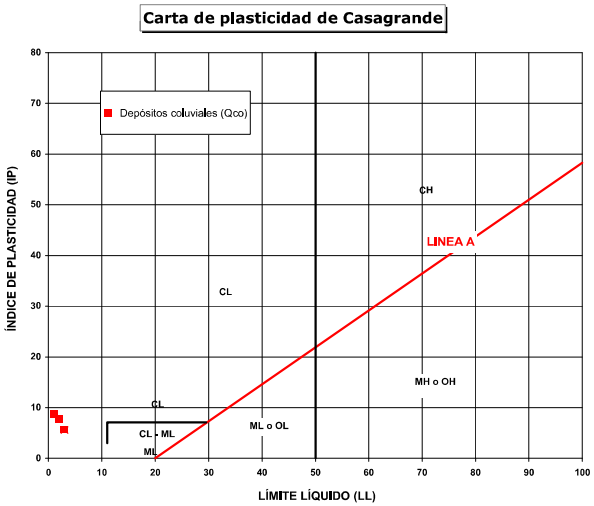


Figura Nº 4.1.b.- Carta de plasticidad de los depósitos coluviales, Q_{CO}

c) Terciario detrítico (Td): unidad Galocha y unidad Huesca

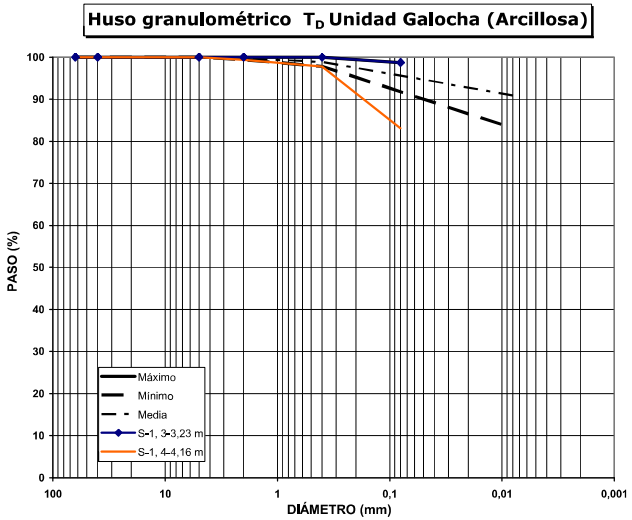
Estas unidades están formadas principalmente por arcillas de baja plasticidad (CL). Únicamente, a muro de la unidad Galocha se clasifican arenas limosas (SM) y en menor proporción arenas arcillosas (SC). Estas unidades presentan una litología predominante similar, si bien se han diferenciado por presentar la unidad Galocha una intercalación arenosa a muro con base erosiva.

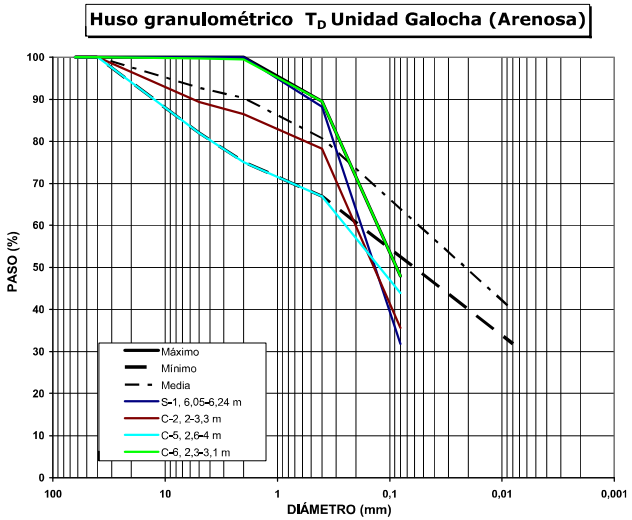
El **Cuadro Nº 4.1.II** muestra los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras obtenidas en la Balsa 11, donde aparecen estos depósitos terciarios (T_D), además de la síntesis geotécnica correspondiente.

En la **Figura Nº 4.1.c** se representa el huso granulométrico, mientras que en la **Figura Nº 4.1.d** se muestra la carta de plasticidad de Casagrande.

Muestra	Profundidad	Tipo de muestra	FORMACIONES GEOLÓGICAAS	S.U.C.S	Humedad(%)	Densidad seca (g/cm3)	Densidad húmeda (g/cm3)	Granulometría						Límites de Atterberg				Lambe		Proctor			Granul. por sedimentac.		Corte directo			Compresión		Edómetro		Ensayos químicos				
								63 mm (% pasa)	40 mm (% pasa)	5 mm (% pasa)	2 mm (% pasa)	0,4 mm (% pasa)	0.08 mm (% pasa)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	No plasticidad	Índice hinchamiento (MPa)	Cambio vol. potencial	Tipo	Densidad máxima (g/cm3)	Humedad óptima (%)	Partículas en suspensisón (%)	Diámetro máximo part susp (mm)	Tipo de corte	Ángulo rozamiento	Cohesión (kPa)	Tensión (kPa)	Deformación (%)	Cc Índ. compresión	Cu Índ.entumecimnto.	Sales solubles (%)	Carbonatos CaCO3 (%)	Materia orgánica (%)	Sulfatos SO3 (%)	Sulfatos SO4 (mg/kg suelo)
S-1	3,00-3,23	TP		CL	24,9	1,71	2,13	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	98,7	46,7	20,4	26,3												59	15,0							
S-1	4,00-4,15	SPT	TG(Ar)	CL	9,8	1,58	1,73	100,0	100,0	100,0	99,4	97,8	83,1	27,7	17,9	9,8																				
C-5	2,60-4,00	MA		SC				100,0	100,0	82,0	75,1	66,9	43,9	24,2	15,8	8,4				N	2,03	10,0	33,0	0,005									20,13	0,41	0,08	960
S-1	6,05-6,24	TP		SM	16,5	1,83	2,13	100,0	100,0	100,0	100,0	88,2	31,8				N.P.											69	3,0				13,60	0,55	0,04	480
C-2	2,00-3,30	MA	TG(Da	SM				100,0	100,0	89,4	86,5	78,3	35,6				N.P.			N	1,99	12,0											21,45	0,52	0,11	1320
C-6	2,30-3,10	MA		SM				100,0	100,0	99,7	99,5	89,5	47,9				N.P.			N	1,88	12,0														
S-1	9,17-9,40	TP		CL	16,5	1,83	2,13	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,6	46,1	22,0	24,1												108	5,0				32,20	0,60	0,06	720
S-1	11,24-11,40	TP		CL	21,5	1,75	2,12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	43,4	22,2	21,2		0,13	NC									29	7,0							
S-2	4,00-4,16	TP		CL	21,6	1,70	2,07	100,0	100,0	100,0	99,7	99,1	94,6	29,3	19,7	9,6		0,03	NC									88	10,0							
S-2	5,00-5,45	SPT	TH	ML	16,1	1,85	2,15	100,0	100,0	99,8	99,4	96,0	74,5	20,6	20,1	0,5																				
S-2	5,45-5,70	TP																							CU	29,5	0,1									
S-2	7,60-7,89	TP																							CU	26,1	0,4									
S-2	8,00-8,15	SPT		CL	13,3	1,90	2,15	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	92,3	38,4	19,4	19,0																				

Cuadro Nº4.1.II. Resultados de los ensayos de laboratorio realizados en depósitos terciarios detríticos (T_D).





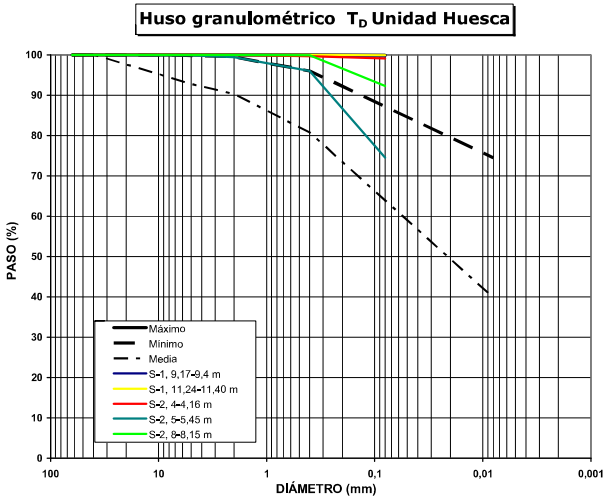


Figura Nº 4.1.c.- Huso granulométrico de los depósitos terciarios detríticos, T_D

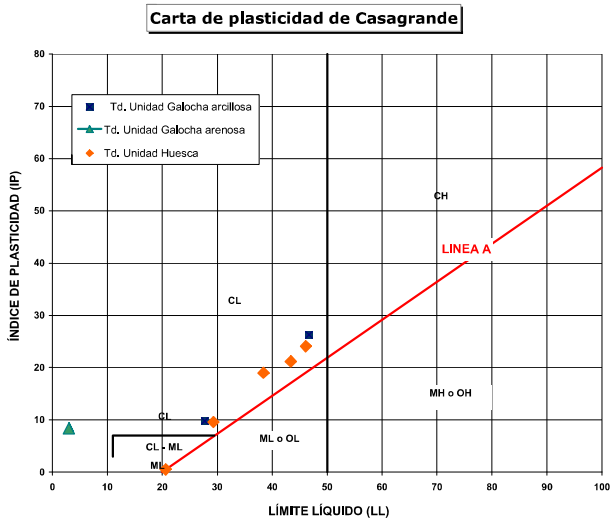


Figura Nº 4.1.d.- Carta de plasticidad de los depósitos terciarios detríticos, T_D

d) Parámetros de cálculo adoptados

En base a los resultados anteriormente expuestos y a efectos de cálculo, se recomienda adoptar las siguientes propiedades características para los materiales afectados:

- Depósitos coluviales, Q_{CO}
  - Densidad seca: 17,4 kN/m^3
  - Humedad natural: 9,5 %
  - Densidad aparente: 19,1 kN/m^3
  - Porcentaje de finos (# 200): 40,9 %
  - Plasticidad: LL=25,4 ; LP=18,1; IP=7,3
  - Clasificación U.S.C.S.: CL, ML, SM, GC
  - Cohesión efectiva: 20 kN/m^2 (valor estimado)
  - Ángulo de fricción interna: 26º(valor estimado)
  - Permeabilidad:7,8 x 10^{-7} cm/s
- Terciario detrítico, T_D, Unidad Galocha (arcillosa)
  - Densidad seca: 16,4 kN/m^3
  - Humedad natural: 17,35 %
  - Densidad aparente: 19,3 kN/m^3
  - Porcentaje de finos (# 200): 90,9 %
  - Plasticidad: LL=37,2 ; LP=19,1; IP=18,1
  - Clasificación U.S.C.S.: CL
  - Cohesión efectiva: 27 kN/m^2
  - Ángulo de fricción interna: 26º
  - Potencial dispersión o tubificación: ND4 (Disperso Leve a moderado)

- Terciario detrítico, TD, Unidad Galocha (arenosa)
  - Densidad seca: 18,3 kN/m^3
  - Humedad natural: 16,50 %
  - Densidad aparente: 21,3 kN/m^3
  - Porcentaje de finos (# 200): 39,8 %
  - Plasticidad: LL=24,2 ; LP=15,8; IP=8,4
  - Clasificación U.S.C.S.: SM (SC)
  - Cohesión efectiva: 13 kN/m^2
  - Ángulo de fricción interna: 30º
  - Permeabilidad: 2,7 x 10^{-7} cm/s
  - Potencial dispersión o tubificación: ND4 (Disperso Leve a moderado)
- Terciario detrítico, T_D, Unidad Huesca
  - Densidad seca: 18,1 kN/m^3
  - Humedad natural: 17,80 %
  - Densidad aparente: 21,2 kN/m^3
  - Porcentaje de finos (# 200): 92,2 %
  - Plasticidad: LL=35,6 ; LP=20,4; IP=15,2
  - Clasificación U.S.C.S.: CL (ML)
  - Cohesión efectiva: 27 kN/m^2
  - Ángulo de fricción interna:27,8º
  - Expansividad Lambe: No crítico

Las propiedades de cálculo de los materiales terciarios han sido determinadas a partir de los ensayos realizados y a la experiencia de SGS TECNOS, S.A. en litotipos similares.

4.2. Características hidrogeológicas de los materiales

Durante la campaña de trabajos de campo se realizaron cuatro (4) ensayos de permeabilidad en los sondeos mecánicos previstos. Los resultados de los mismos se incluyen en el **Cuadro Nº 4.2.I**, mostrado a continuación.

SONDEO Nº	PROFUNDIDAD FINAL (m)	PROFUNDIDAD ENSAYO		RESULTADO		
		Inicio (m)	Fin (m)	Nivel constante k (cm/s)	Nivel variable k (cm/s)	OBSERVACIONES
S-1	12,15	1,50	2,00	0	0	Impermeable
		4,00	4,50	0	0	Impermeable
S-2	8,00	1,50	2,10	$9,99 \times 10^{-5}$	$3,10 \times 10^{-5}$	Muy poco permeables
		4,50	5,00	$3,82 \times 10^{-5}$	$5,54 \times 10^{-5}$	Muy poco permeables

Cuadro Nº 4.2.I. Resultados de los ensayos de permeabilidad, tipo Lefranc, realizados en el interior de los sondeos mecánicos.

Considerando estos resultados, y teniendo en cuenta las clasificaciones de los terrenos según su permeabilidad incluidos en los **Cuadros Nº 4.2.II y 4.2.III**, los depósitos coluviales, constituidos por limos, arcillas y gravas, resultan muy poco permeables, pudiendo considerarlos como acuíferos regulares (acuitardo). Los materiales terciarios, predominantemente arcillosos, se clasifican de muy poco permeables a impermeables, considerándose como acuitardos y acuicludos respectivamente.

Permeabilidad m/día	10^{-6} 10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 1 10 10^{2} 10^{3} 10^{4}				
Clasificación	Impermeables	Poco permeable	Algo permeable	Permeable	Muy permeable
Clasificación del acuífero	Acuífero	Acuífero	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero excelente
Tipo de materiales	Arcilla compacta Pizarra Granito	Limo arenoso Limo Arcilla limosa	Arena fina Arena limosa Caliza fracturada	Arena limpia Grava y arena Arena fina	Grava limpia

Cuadro Nº 4.2.II.- Clasificación de terrenos por la permeabilidad, según Custodio-Llamas, 1983.

Clasificación	Permeabilidad K-cm/seg	ROCA INTACTA		SUELOS
Impermeable Acuicludo	10^{-10} 10^{-9} 10^{-8}	Pizarra Granito		Arcillas
Poco permeable Acuitardo	10^{-7} 10^{-6} 10^{-5}		Roca con juntas con rellenos arcillosos	Arenas arcillosas Limos Arena limosa
Algo permeable Acuitardo	10^{-4} 10^{-3}			
			Roca algo fracturada	Arena fina
Permeable Acuífero regular	10^{-2} 10^{-1}		Roca bastante fracturada	Arenas limpias Arenas gruesas limpias, gravas con arenas limpias
Muy permeable Acuífero excelente	1 10^{1} 10^{2}		Roca intensamente fracturada	Gravas limpias

Cuadro Nº 4.2.III.- Clasificación de suelos, rocas y macizos rocosos según su permeabilidad.

4.3. Cálculos de estabilidad

En el presente apartado se analiza la estabilidad global del conjunto terreno – balsa para las situaciones de Proyecto consideradas, según la que corresponden en este caso a la excavación parcial de la balsa prevista y relleno hasta la situación final proyectada.

Este análisis se refiere a la posibilidad de que se produzca la rotura global del talud en forma circular. A continuación se describen de forma sucinta sus fundamentos.

4.3.1. Fundamentos del método

Las condiciones en las que se da normalmente la rotura circular son aquellas en que el tamaño de las partículas del terreno entendido como un medio continuo, es muy pequeño en comparación con las dimensiones del talud. Esto sucede en suelos o en macizos rocosos muy fracturados y/o alterados.

Para analizar la estabilidad de un talud determinado, excavado en un material de características resistentes conocidas, se necesita determinar la posición del centro y el diámetro del círculo por donde se va a producir el deslizamiento. Este círculo conocido como círculo crítico, debe satisfacer la condición de que la relación entre la resistencia al corte del terreno o material equivalente a lo largo de la superficie de deslizamiento y los esfuerzos tangenciales que tienden a producirlo sea mínimo.

Excepto en casos simples, en que el círculo crítico puede determinarse por métodos analíticos, en general su posición se obtiene mediante tanteos.

Como se observa en la **Figura Nº 4.3.1.a**, las fuerzas que actúan sobre una masa deslizante son: su peso, W, la resultante de las fuerzas exteriores que gravitan sobre ella, A, la resultante de las fuerzas efectivas normales a la línea de rotura, Ñ, la resultante de las tensiones tangenciales a lo largo de la línea de rotura, T, y la resultante de las presiones intersticiales sobre dicha línea, U.

Existen una serie de métodos generales para estudiar este tipo de rotura de taludes. Uno de ellos es el método de las fajas basado en la hipótesis de que los esfuerzos normales se concentran en un punto único del arco de deslizamiento.

En aquellos casos en que la superficie del talud es muy irregular o las superficies de rotura intersectan materiales con características geotécnicas diferentes, es necesario analizar la estabilidad del talud mediante otros métodos que se basan todos ellos en el denominado método de las fajas.

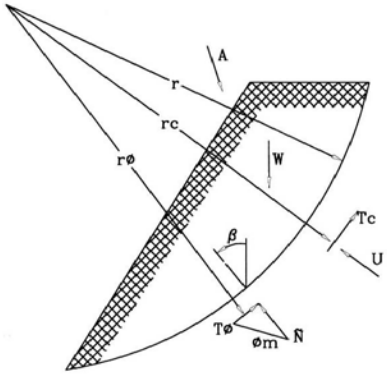


Figura Nº 4.3.1.a.- Esquema de las fuerzas resultantes que actúan sobre una masa deslizante.

En el método de las fajas, la masa deslizante se divide en un determinado número de rebanadas verticales y se considera el equilibrio de cada una de ellas. La **Figura Nº 4.3.1.b** muestra una faja con el sistema de fuerzas actuantes.

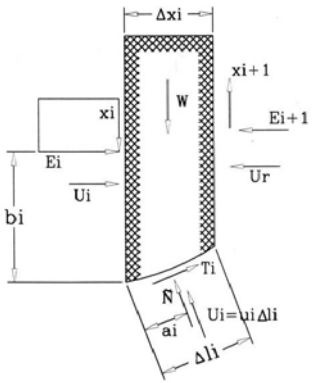


Figura Nº 4.3.1.b.- Sistema de fuerzas actuantes en una rebanada.

En el caso concreto que nos ocupa, el análisis de los taludes excavados se ha realizado siguiendo diferentes métodos, entre ellos el método de Janbu, que es una simplificación del método de las fajas.

Según el método de Janbu el factor de seguridad del círculo analizado se define en función de los momentos de las fuerzas resistentes y volcadoras respecto del centro del círculo de deslizamiento.

$$F = \frac{\text{Momento\_de\_las\_fuerzas\_resistentes\_a\_lo\_largo\_del\_arco}}{\text{Momento\_de\_las\_fuerzas\_volcadoras}}$$

En la **Figura Nº 4.3.1.c** se muestra la descomposición en rebanadas de un talud para el análisis mediante el equilibrio límite de la rotura circular mediante el método de Janbu.

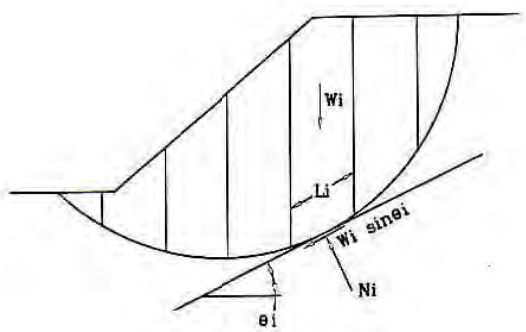


Figura Nº 4.3.1.c.- Método de Jambu.

Los cálculos se han realizado con ayuda del programa SLIDE, (versión 5, año 2005), desarrollado por Rocscience Inc.

Este programa calcula el equilibrio plástico que se da en un círculo de rotura predeterminado. Los datos que requiere el programa son:

- la cohesión, ángulo de rozamiento y peso específico de los terrenos;
- la geometría del talud. (Es posible adaptar la geometría prácticamente sin limitaciones, así como considerar distintos terrenos, cada uno de ellos con su geometría y propiedades),
- y la posición del nivel freático. (Es posible considerar un nivel de agua de geometría libre).

El programa SLIDE, calcula en una malla de centros dada por el usuario, el factor de seguridad de los posibles círculos que resultan de variar el radio en cada uno de los centros. Así es posible disponer de los contornos de factores de seguridad, lugar

geométrico de los centros de los círculos de rotura, solventándose en parte la limitación de los métodos de equilibrio límite de tener que prefijar el círculo de rotura "a priori". No obstante, también es posible analizar un círculo determinado.

4.3.2. Resultados obtenidos

Para la realización del análisis de estabilidad global se han modelizado la fase de construcción y excavación de la balsa (Fase 1), y la situación final de las misma en servicio (Fase 2). En las mismas se ha tenido en cuenta los niveles de agua estabilizados y medidos en los sondeos mecánicos realizados, debiéndose considerar la estacionalidad y la posibilidad de fluctuación de los mismos.

Cabe destacar que durante la campaña de campo tan solo se detectó la presencia de un nivel de agua en el sondeo S-1, a una profundidad de 4,20 m, tratándose posiblemente de un nivel de agua colgado, en el límite entre materiales de distinta permeabilidad; sin embargo se ha tenido en cuenta como factor desestabilizador.

Para elaborar el modelo de cálculo se ha escogido un perfil transversal a la balsa, siendo el más desfavorable por la altura del dique en dicho punto, la máxima excavación prevista y la presencia de terrenos flojos bajo el mismo. La distribución de materiales ha sido realizada según los perfiles geológico-geotécnicos elaborados, e incluidos en el **Plano IV** de la presente memoria, y la campaña de campo llevada a cabo. Las propiedades asignadas a los materiales han sido las consideradas de cálculo, incluidas en el *apartado 4.1.*d del presente documento.

En el **Cuadro Nº 4.3.2.I** se muestran las principales características y los resultados de los análisis efectuados.

PERFIL CONSIDERADO	ALTURAS MÁXIMAS (m)		UNIDADES AFECTADAS	FACTOR DE SEGURIDAD			
				FASE 1		FASE 2	
	RELLENO	EXCAVACIÓN		D	R	D	R
I-I'	6,80	9,80	Q_{ED},Q_{C0}, T_d	3,087	1,411	3,620	2,209
II-II'	12,00	8,40	Q_{ED},Q_{C0}, T_d	0,495	1,103	0,505	1,696

Cuadro Nº 4.3.2.I.- Características de los cálculos de estabilidad efectuados.

Tras un primer cálculo de la estabilidad se observa que el perfil I-I', se obtiene para el desmonte factor de seguridad de 3,087 que se considera aceptable. En el caso del relleno, el factor de seguridad es inferior a 1,5, admisible para taludes permanentes; sin embargo, en la fase 2, considerando la balsa con el llenado máximo el factor de seguridad aumenta debido a que el peso actúa como fuerza estabilizadora.

En las **Figuras Nº 4.3.2.a** a **4.3.2.d** puede observarse el análisis realizado mediante el programa SLIDE, así como los factores de seguridad obtenidos en cada una de las situaciones consideradas para la balsa.

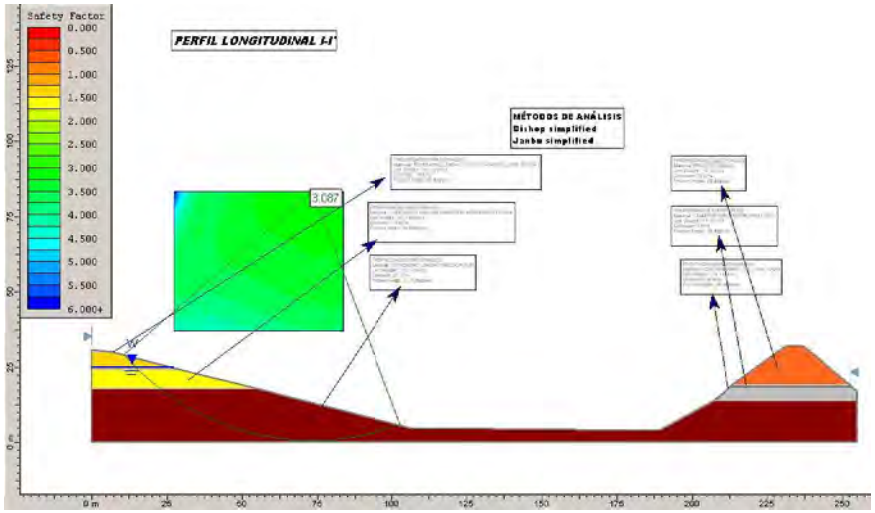


Figura Nº 4.3.2.a.- Resultado del análisis de estabilidad global para el desmonte, sin carga de agua.

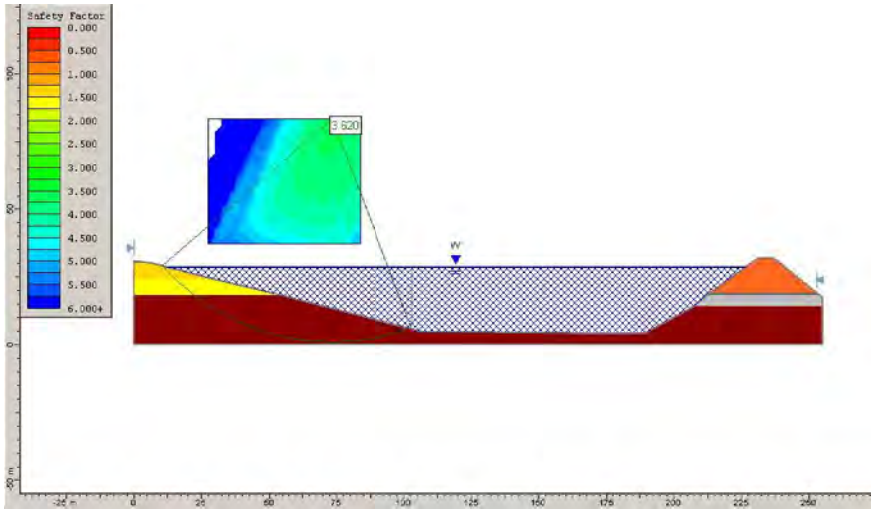


Figura Nº 4.3.2.b.- Resultado del análisis de estabilidad global para el desmonte, con carga de agua.

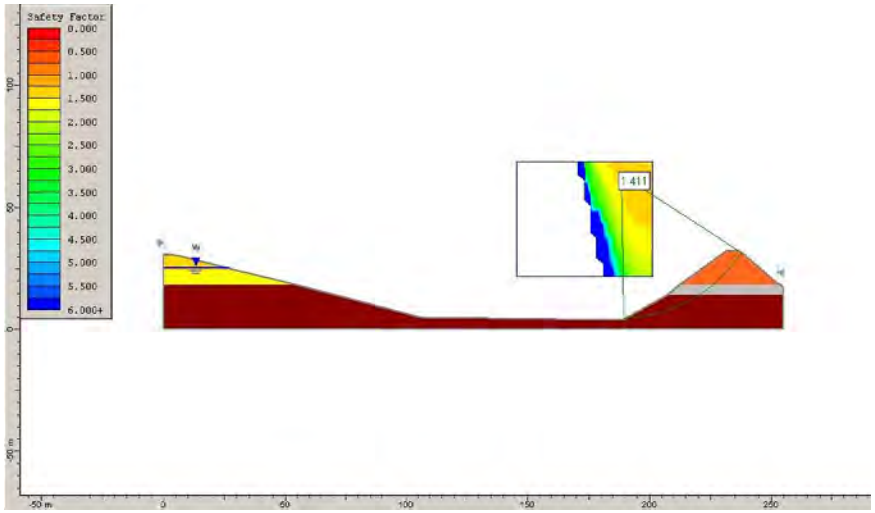


Figura Nº 4.3.2.c.- Resultado del análisis de estabilidad global para el relleno, sin carga de agua.

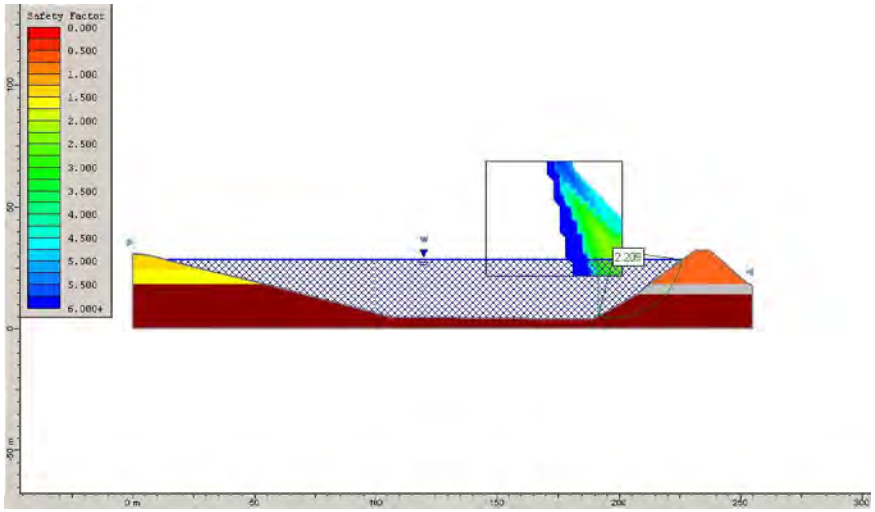


Figura Nº 4.3.2.d.- Resultado del análisis de estabilidad global para el relleno, con carga de agua.

Para el caso del perfil transversal II-II', se obtienen factores de seguridad inferiores a 1,5 en la zona de relleno antrópico, tanto para la fase 1 como para la fase 2, en el desmonte, por lo que se recomienda la eliminación del relleno antrópico Q_{ED}, por un suelo seleccionado adecuado con parámetros geotécnicos del relleno considerado para los cálculos y que se indican a continuación:

- Densidad aparente: 19 kN/m^3
- Cohesión efectiva: 20 kN/m^2
- Ángulo de fricción interna:28º

En las **Figuras Nº 4.3.2.e** a **4.3.2.g** puede observarse el análisis realizado mediante el programa SLIDE, así como los factores de seguridad obtenidos en cada una de las situaciones consideradas para la balsa y como realizando la sustitución del nivel Q_{ED} se obtiene un factor de seguridad admisible.

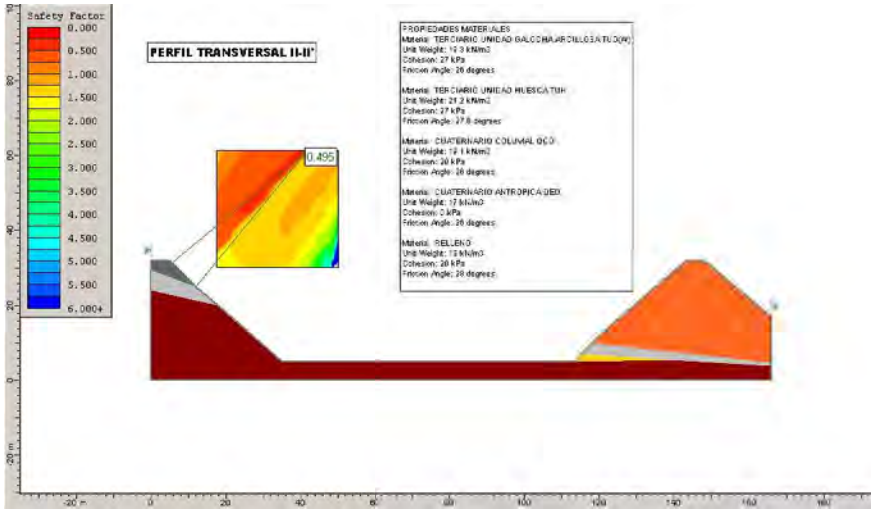


Figura Nº 4.3.2.e.- Resultado del análisis de estabilidad global para el desmonte, sin carga de agua.

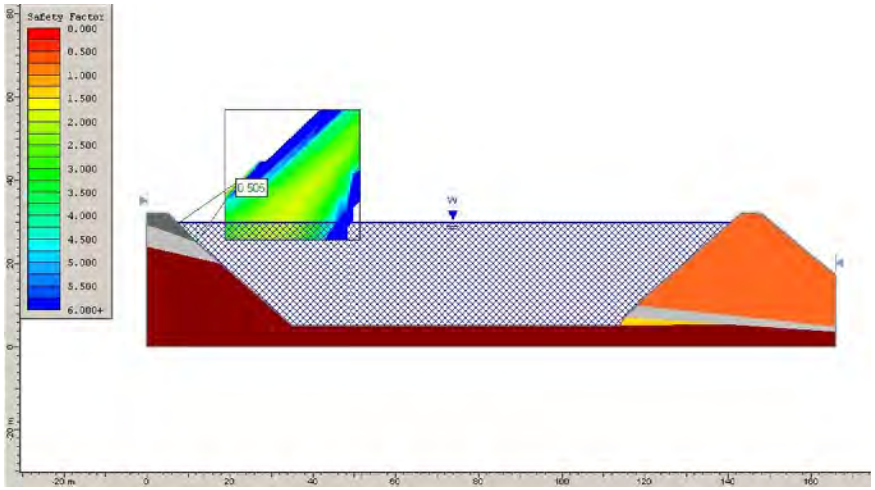


Figura Nº 4.3.2.f.- Resultado del análisis de estabilidad global para el desmonte, con carga de agua.

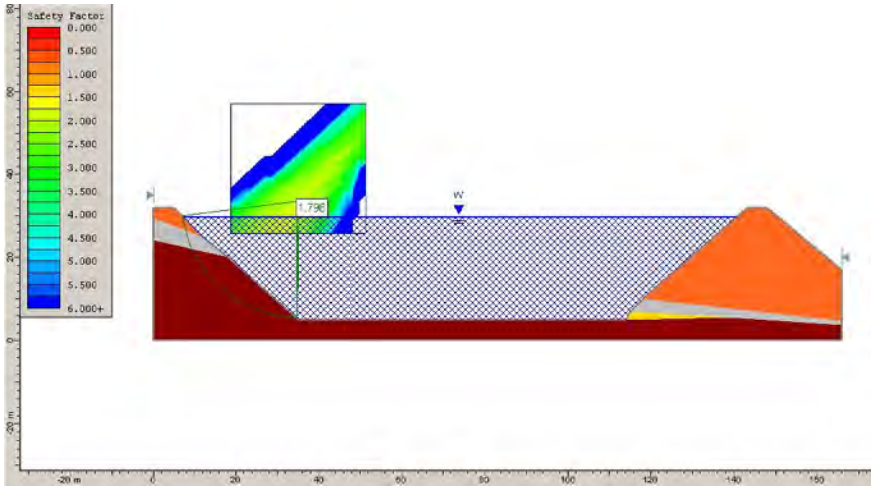


Figura Nº 4.3.2.g.- Resultado del análisis de estabilidad global para el desmonte, con carga de agua y eliminación y sustitución de Q_{ED}.

Para el caso del relleno el factor de seguridad es inferior a 1,5; sin embargo con la carga de la balsa el factor aumenta a 1,69 considerándose estable.

En las **Figuras Nº 4.3.2.h** a **4.3.2.i** puede observarse el análisis realizado mediante el programa SLIDE, así como los factores de seguridad obtenidos en cada una de las situaciones consideradas para la balsa.

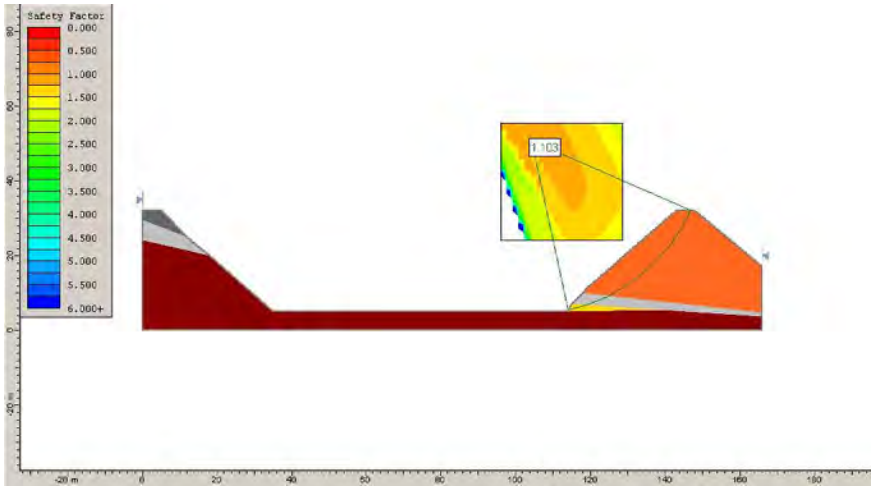


Figura Nº 4.3.2.h.- Resultado del análisis de estabilidad global para el relleno, sin carga de agua.

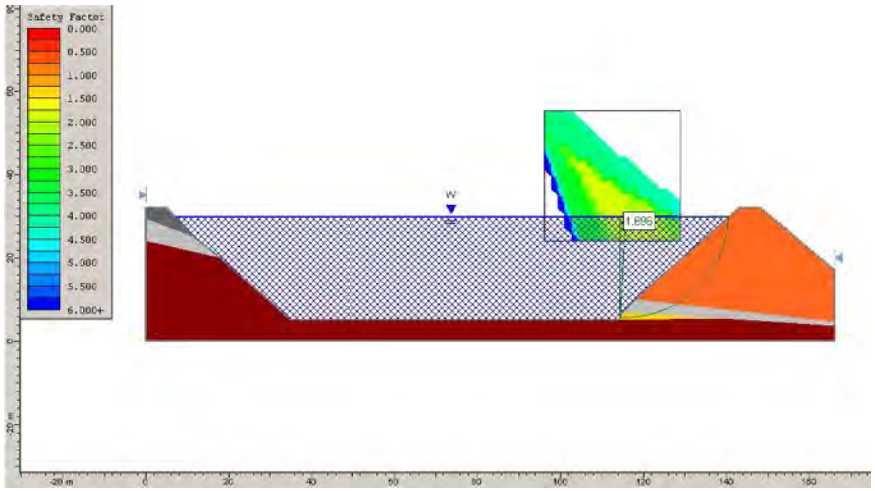


Figura Nº 4.3.2.i.- Resultado del análisis de estabilidad global para el relleno, con carga de agua.

Por otro lado, si se elimina el nivel coluvial y se sustituye por un relleno con los parámetros indicados anteriormente aumenta el factor de seguridad.

4.4. Condiciones de cimentación de las balsas

Para la determinación de las condiciones de cimentación de la balsa proyectada han sido considerados las investigaciones de campo y los ensayos de laboratorio realizados, así como los datos del proyecto disponibles a fecha de elaboración del presente estudio.

Las principales características de la balsa proyectada se incluyen en el **Cuadro Nº 4.5.I** mostrado a continuación.

ALTURAS MÁXIMAS (m)		UNIDADES AFECTADAS
RELLENO	EXCAVACIÓN	
12,00	9,80	Q_{ED},Q_{C0}, T_d

Cuadro Nº 4.4.I.- Características de las balsas proyectadas.

Las estimaciones de cargas máximas admisibles se han realizado utilizando tanto la caracterización geotécnica de los materiales afectados, como los resultados de los ensayos de penetración (SPT en sondeos) realizados.

Considerando los resultados obtenidos y de manera general se recomienda, la eliminación de los rellenos superficiales Q_{ED} (terreno removilizado tierra de labor) de potencia máxima detectada 1,60 m, y con objeto de reducir los asientos inferidos, la excavación en todos los casos de un espesor de 1,5 m en el área de apoyo de los rellenos de las balsas y posterior compactación del material extraído al 100 % del Proctor Normal. De esta forma se consigue un refuerzo y homogeneización del cimiento del relleno.

Para determinar la carga admisible por el terreno, σ_{adm}, la cual es posible estimar a partir del golpeo obtenido en los ensayos de penetración estándar S.P.T. y su correlación con los ensayos de penetración dinámica continua, se utiliza la expresión de la *fórmula de los holandeses*, con la cual es posible estimar la resistencia de un suelo:

$$R_d = \frac{M^2 H}{e(P+M)A};$$

donde:

M = Peso de la maza (kg)

P = Peso de las varillas (kg)

A = Sección de la punta (cm^2)

H = Altura de caída de la maza (cm)

e = Penetración (cm / número de golpes)

Para este tipo de cimentaciones puede aplicarse una carga de trabajo de: $\sigma_{hund} = \frac{Rd}{20}$

Aplicando un coeficiente de seguridad de 2 se obtiene la carga admisible del terreno:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{hund}}{2}$$

Sustituyendo en la expresión anterior, en el caso del nivel cuaternario coluvial (más desfavorable) sobre el que se dispone un relleno con una potencia máxima de 12,00 m y trasmitiendo una carga en torno a 2,00 kp/cm^2, se obtiene que la tensión del terreno es levemente superior a la carga a soportar; sin embargo, con el fin de evitar asientos es recomendable la eliminación de dicho nivel, siempre que las potencias del mismo lo hagan viable y compactación del fondo para base del relleno del dique, en la que el terreno alcanza tensiones muy superiores.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este informe se han analizado los principales condicionantes geotécnicos para el "Estudio Geológico-Geotécnico para el Proyecto de la Balsa de la toma 11, del Canal de Aragón y Cataluña, en la localidad de Esplús (Huesca)".

El encargo de este estudio ha sido realizado por TRAGSATEC, S.A., con objeto de disponer de datos específicos acerca de las características del subsuelo afectado por las infraestructuras hidráulicas previstas.

Las prospecciones correspondientes a la campaña de investigación han consistido en la perforación de dos (2) sondeos mecánicos con recuperación continua de testigo y la excavación de siete (7) calicatas mecánicas, realizadas por SGS Tecnos, S.A y que han sido determinados y replanteados por parte del cliente.

El conjunto de estas investigaciones geotécnicas y de los ensayos de laboratorio realizados han permitido la caracterización de los materiales presentes en el área de estudio.

Las principales conclusiones y recomendaciones que se extraen de este estudio son las siguientes:

- El área de estudio se sitúa en la cuenca terciaria del Ebro, cubierta por depósitos detríticos continentales y lacustres. Estos materiales han sido reconocidos en la campaña de campo realizada, pudiendo diferenciar depósitos terciarios arcillosos con intercalaciones arenosas (T_D), depósitos coluviales (Q_{CO}) y suelos removilizados y de alteración edáfica en superficie (Q_{ED}).

- Según la norma sismorresistente en vigor (NCSE-02) no será necesario ser tenido en cuenta el efecto sísmico en el diseño de las obras de fábrica y rellenos de tierra proyectados.

- De la caracterización geotécnica de estos materiales se ha determinado la estabilidad de la balsa proyectada y la cimentación de la misma, realizando las recomendaciones correspondientes.

- Los taludes de la balsa proyectada resultan estables, eliminando el nivel superficial de rellenos, con sustitución y compactación por rellenos seleccionados adecuados.

- Aunque la permeabilidad del terreno es muy baja, los ensayos PinHole indican la presencia de suelos dispersivos, por lo que se recomienda la impermeabilización de la balsa con una lámina impermeabilizante.

- En principio, todos los materiales a excavar del vaso de la balsa son de fácil excavación con medios convencionales salvo al norte de la balsa que se observaron la presencia de materiales rocosos que imposibilitaron la profundización de las catas.

NOTA: El reconocimiento del terreno mediante sondeos corresponde a prospecciones puntuales, por lo que la aplicación de los resultados y consecuentes recomendaciones y conclusiones al resto de la superficie a construir sólo tendrá validez si durante las excavaciones se confirman las condiciones geotécnicas identificadas en los apartados anteriores.

El presente informe consta de **cincuenta (50) páginas** ordenadas y numeradas de la **1 a la 50**, más anexos.

Madrid, a 5 de Agosto de 2010

SGS Tecnos, S.A.

Fdo.: Estefanía Díaz Fernández
Geóloga

Fdo: José Luis Carreras Vega
Ingeniero Geólogo

Fdo.: Ramón Vicente Fernández
Dr. Ingeniero de Caminos
Director de Edificación U.R. Madrid

A N E X O S

T-2015

ANEXO I.- SONDEOS MECÁNICOS Y REPORTAJE FOTOGRÁFICO

SGS TECNOS, S.A.
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S./R.D. 1230/89
Areas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, AFH, ACH, APC, APH, AMC
C/Trespaderne, 29, Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tef. 91 313.82.07 Fax. 91 313.81.45

SONDEO MECÁNICO S-1

EMPLAZAMIENTO DEL EQUIPO EN EL SONDEO S-1

TAPA FIN DE SONDEO

SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

ÁREAS DE ACREDITACION: **EHA:** Área de control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: Ensayos Básicos y Complementarios 1, 2, 4 y 5 REG: 03002EHA04. **GTC:** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos REG: 03003GTC04. **GTL:** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros, REG: 03004GTL04. **VSG:** Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros, REG: 03005VSG04. **EAP**: Área de control de perfiles de acero para estructuras: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios REG: 03006EAP04. **EAS:** Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: Ensayos básicos y ensayos complementarios, REG.: 03007EAS04, Resolución de 03/02/04. **AFC**: Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas, REG. 03233AFC06. **AFH:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón, REG. 03234AFH06. **ACH:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón, REG. 03235ACH06. **APC:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas, REG. 03236APC06. **APH:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón, REG. 03237APH06. **AMC:** Área control morteros para albañilería, REG. 03238AMC06. Resolución de 19/12/06.

SGS TECNOS, S.A.
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S./R.D. 1230/89
Areas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, AFH, ACH, APC, APH, AMC
C/Trespaderne, 29, Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 313.82.07 Fax. 91 313.81.45

S-1 CAJA 1 DE 4 (0,00 a 3,90 m)

S-1 CAJA 2 DE 4 (3,90 a 6,50 m)

SGS Tecnos, S.A.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

ÁREAS DE ACREDITACION; **EHA:** Área de control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: Ensayos Básicos y Complementarios 1, 2, 4 y 5 REG: 03002EHA04. **GTC:** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos REG: 03003GTC04. **GTL:** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03004GTL04. **VSG:** Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03005VSG04. **EAP**: Área de control de perfiles de acero para estructuras: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios REG: 03006EAP04. **EAS:** Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: Ensayos básicos y ensayos complementarios. REG.: 03007EAS04. Resolución de 03/02/04. **AFC**: Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas. REG. 03233AFC06. **AFH:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03234AFH06. **ACH:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03235ACH06. **APC:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03236APC06. **APH:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03237APH06. **AMC:** Área control morteros para albañilería. REG. 03238AMC06. Resolución de 19/12/06.

SGS TECNOS, S.A.
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S./R.D. 1230/89
Areas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, AFH, ACH, APC, APH, AMC
C/Trespaderne, 29, Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 313.82.07 Fax. 91 313.81.45

S-1 CAJA 3 DE 4 (6,50 a 9,40 m)

S-1 CAJA 4 DE 4 (9,40 a 12,15 m)

SGS Tecnos, S.A.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

ÁREAS DE ACREDITACION; **EHA:** Área de control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: Ensayos Básicos y Complementarios 1, 2, 4 y 5 REG: 03002EHA04. **GTC:** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos REG: 03003GTC04. **GTL:** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03004GTL04. **VSG:** Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03005VSG04. **EAP**: Área de control de perfiles de acero para estructuras: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios REG: 03006EAP04. **EAS:** Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: Ensayos básicos y ensayos complementarios. REG.: 03007EAS04. Resolución de 03/02/04. **AFC**: Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas. REG. 03233AFC06. **AFH:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03234AFH06. **ACH:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03235ACH06. **APC:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03236APC06. **APH:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03237APH06. **AMC:** Área control morteros para albañilería. REG. 03238AMC06. Resolución de 19/12/06.

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:			
Tragsatec (Grupo Tragsa)	**Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)**	SGS	**Supervisor:** José Luis Carreras Vega **Empresa:** SGS Tecnos S.A. **Sondista:** Eduardo Belinchón **Equipo:** Segoqui 009	**P.K.:** **X UTM:** 2725555 **Y UTM:** 4626470 **Z UTM:** 271,41	**SONDEO:** S-1 **Hoja:** 1 de 1 **F. de inicio:** 8-7-2010 **F. finalización:** 12-7-2010

Profundidad (m)	Tipo de perforación	Fecha	Revestimiento	Prof. Agua (m)	Notas	Columna litológica	Descripción litológica	Prof. inferior (m)	Espesor (m)
0,0 – 1,3	D86W	08/07/10					Cuaternario. Tierra de labor y suelo removilizado de naturaleza limo-arcillosa de color marrón anaranjado con veteado versicolor.	1,6	1,6
1,3 – 4,4	D86W	08/07/10		4,2			Terciario. Unidad "Galocha". Limo arcillo-arenoso de color marrón anaranjado con veteado versicolor. Presenta una compacidad densa. Humedad baja.	4,4	2,8
4,4 – 7,7	D86W	08/07/10					Terciario. Unidad "Galocha". Areniscas y arenas de color gris-verdoso de grano fino y de compacidad densa. Se hallan muy húmedas, coincidiendo aproximadamente con la cota del nivel de agua colgado detectado.	7,7	3,3
7,7 – 12,15	D86W	12/07/10					Terciario. Unidad "Huesca". Arcillas limosas algo margosas, parcialmente litificadas, de color marrón rojizo. Presentan una consistencia muy densa y una humedad baja.	12,15	4,45

Final maniobra (m): 1; 1.45; 2; 2.3; 3; 3.5; 4; 4.5; 5; 5.2; 6; 6.5; 7; 7.6; 8; 8.5; 9; 9.4; 9.75; 10; 10.6; 11; 11.4; 11.8; 12; 12.15

R.Q.D (%) / Recuperación (%): 20 40 60 80

R.C.S. (Escala I.S.R.M.): R2 R3 R4 R5

Meteorización: V IV III II

Nº de juntas/m: >30 24 18 12 6

RMR (Básico) / RMR (Seco): 0 30 40 50 60 70 80

Profundidad (m): 0,0; 1,3; 2,6; 3,9; 5,2; 6,5; 7,8; 9,1; 10,4; 11,7; 13,0

Muestras/Ensayos

Tipo	Intervalo (m)	Resultados	Golpes/30cm
SPT	1-1,45	7-9-18	27
LF	1,5-2		
TP	3-3,23		
SPT	4-4,15	R	
LF	4-4,5		
TP	6,05-6,24		
SPT	7-7,15	R	
TP	9,17-9,4		
SPT	10-10,15	R	
TP	11,24-11,4		
SPT	12-12,15	R	

Ensayos de laboratorio

Tipo	Intervalo (m)	Granulometría % Paso: max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	Limites Atterberg: WL	WP	Estado natural: Humedad	Dens. Seca	Dens. Húmeda	R.C.S. (kp/cm²)	Edómetro: ec	cc	Lambe: Cambio de volumen	potencial	Indice de hinchami	Triaxial: Tipo	c (kp/cm²)	ϕ (º)	Contenidos: M.O.	SO3	CO3Ca
SPT	1-1,45		98,7	96,9	85,6		30,5	18,0	10,5	1,95	2,15												
LF	1,5-2																						
TP	3-3,23		100	99,9	98,7		46,7	20,4	24,9	1,71	2,13	0,59	0,129	0,098									
SPT	4-4,15		99,4	97,8	83,1		27,7	17,9	9,8	1,58	1,73												
LF	4-4,5																						
TP	6,05-6,24		100	88,2	31,8		N.P.					0,69									0,55	0,09 %	13,6
SPT	7-7,15	R																					
TP	9,17-9,4		100	99,9	99,6		46,1	22	16,5	1,83	2,13	1,08	0,103	0,067							0,6	0,06%	32,2
SPT	10-10,15	R																					
TP	11,24-11,4		100	100	99,9		43,4	22,2	21,5	1,75	2,12	0,29			NC		0,13						
SPT	12-12,15	R																					

MI: MUESTRA INALTERADA — MA: MUESTRA ALTERADA — SPT: PENETRÓMETRO — TP: TESTIGO PARAFINADO — MW: MUESTRA DE AGUA
LF: ENSAYO LEFRANC — LG: ENSAYO LUGEON
Ox: ÓXIDO — Q: CUARZO — Ar: ARCILLA — PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO — DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO

SGS TECNOS, S.A.
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S./R.D. 1230/89
Areas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, AFH, ACH, APC, APH, AMC
C/Trespaderne, 29, Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 313.82.07 Fax. 91 313.81.45

SONDEO MECÁNICO S-2

EMPLAZAMIENTO DEL EQUIPO EN EL SONDEO S-2

TAPA FIN DE SONDEO

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACION: **EHA:** Área de control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: Ensayos Básicos y Complementarios 1, 2, 4 y 5 REG: 03002EHA04. **GTC:** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos REG: 03003GTC04. **GTL:** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03004GTL04. **VSG:** Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03005VSG04. **EAP:** Área de control de perfiles de acero para estructuras: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios REG: 03006EAP04. **EAS:** Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: Ensayos básicos y ensayos complementarios. REG.: 03007EAS04. Resolución de 03/02/04. **AFC:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas. REG. 03233AFC06. **AFH:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03234AFH06. **ACH:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03235ACH06. **APC:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03236APC06. **APH:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03237APH06. **AMC:** Área control morteros para albañilería. REG. 03238AMC06. Resolución de 19/12/06.

SGS TECNOS, S.A.
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S./R.D. 1230/89
Areas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, AFH, ACH, APC, APH, AMC
C/Trespaderne, 29, Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 313.82.07 Fax. 91 313.81.45

S-2 CAJA 1 DE 3 (0,00 a 4,60 m)

S-1 CAJA 2 DE 3 (4,60 a 7,60 m)

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACION: **EHA:** Área de control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: Ensayos Básicos y Complementarios 1, 2, 4 y 5 REG: 03002EHA04. **GTC:** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos REG: 03003GTC04. **GTL:** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03004GTL04. **VSG:** Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03005VSG04. **EAP:** Área de control de perfiles de acero para estructuras: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios REG: 03006EAP04. **EAS:** Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: Ensayos básicos y ensayos complementarios. REG.: 03007EAS04. Resolución de 03/02/04. **AFC:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas. REG. 03233AFC06. **AFH:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03234AFH06. **ACH:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03235ACH06. **APC:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03236APC06. **APH:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03237APH06. **AMC:** Área control morteros para albañilería. REG. 03238AMC06. Resolución de 19/12/06.

SGS TECNOS, S.A.
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S./R.D. 1230/89
Areas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, AFH, ACH, APC, APH, AMC
C/Trespaderne, 29, Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 313.82.07 Fax. 91 313.81.45

S-2 CAJA 3 DE 3 (7,60 a 8,15 m)

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACION: **EHA:** Área de control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: Ensayos Básicos y Complementarios 1, 2, 4 y 5 REG: 03002EHA04. **GTC:** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos REG: 03003GTC04. **GTL:** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03004GTL04. **VSG:** Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG: 03005VSG04. **EAP:** Área de control de perfiles de acero para estructuras: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios REG: 03006EAP04. **EAS:** Area de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: Ensayos básicos y ensayos complementarios. REG.: 03007EAS04. Resolución de 03/02/04. **AFC:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas. REG. 03233AFC06. **AFH:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03234AFH06. **ACH:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03235ACH06. **APC:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03236APC06. **APH:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03237APH06. **AMC:** Área control morteros para albañilería. REG. 03238AMC06. Resolución de 19/12/06.

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:			SONDEO: S-2
Tragsatec Grupo Tragsa	Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)	SGS	Supervisor: José Luis Carreras Vega Empresa: SGS Tecnos S.A. Sondista: Eduardo Belinchón Equipo: Segoqui 009	P.K.: X UTM: 272610 Y UTM: 4626299 Z UTM: 269,58	Hoja: 1 de 1 F. de inicio: 13-7-2010 F. finalización: 13-7-2010

Profundidad (m)	Tipo de perforación	Fecha	Revestimiento	Prof. Agua (m)	Notas	Columna litológica	Descripción litológica	Prof. inferior (m)	Espesor (m)	Final maniobra (m)
0,0	D101W	13/07/10					Cuaternario. Tierra de labor y suelo removilizado de naturaleza limo-arcillosa de color marrón anaranjado.	0,8	0,8	0,8
1,3							Cuaternario. Coluvial. Limos, arcillas, gravas y gravillas. Matriz de color marrón anaranjado. Los cantos son de naturaleza areniscosa y conglomerática, subangulares y alargados, aunque no suelen superar los 7-8 cm. La proporción matriz-cantos ronda el 70%-30%. La matriz se halla bastante suelta hasta los 1,8 m. Desde esta cota posee una mayor cohesión y presenta cementaciones de carbonatos.	4	3,2	1,2 2 2,45 3,4 4
2,6	D86W									
3,9							Terciario. Unidad "Huesca". Arcillas limosas algo margosas, parcialmente litificadas, de color marrón anaranjado. Presenta, a techo, hasta 4,60 m. intercalaciones de arenas y arenas limosas de color gris- verdoso correspondientes a la Unidad "Galocha". El conjunto se caracteriza por una consistencia dura y una humedad baja.	8,15	4,15	5 5,45 5,7 6,3 6,8 7,3 7,6 8
5,2										
6,5										
7,8										
9,1										
10,4										
11,7										
13,0										

Columnas gráficas: R.Q.D (%) / Recuperación (%) (20 40 60 80); R.C.S. (Escala I.S.R.M.) (R2 R3 R4 R5); Meteorización (V IV III II); Nº de juntas/m (>30 24 18 12 6); RMR (Básico) / RMR (Seco) (8 30 40 50 60 70 80)

Muestras/Ensayos				Ensayos de laboratorio																				
				Granulometría % Paso					Limites Atterberg		Estado natural		Dens. Húmeda	R.C.S. (kp/cm²)	Edómetro		Lambe			Triaxial			Contenidos		
Tipo	Intervalo (m)	Resultados	Golpes/30cm	max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	WL	WP	Humedad	Dens. Seca			ec	cc	Cambio de volumen	potencial	Indice de hinchami	Tipo	c (kp/cm²)	ϕ (º)	M.O.	SO3	CO3Ca
LF	1,5-2																								
SPT	2-2,45	6-5-7	12		81,8	72,3	53,8		25,4	16,7	9,5	1,74	1,91												
TP	4-4,16				99,7	99,1	94,6		29,3	19,7	21,6	1,70	2,07	0,88			NC		0,03						
LF	4,5-5																								
SPT	5-5,45	8/14/30	44		99,4	96	74,5		20,6	20,1	16,1	1,85	2,15												
TP	5,45-5,7																			CU	0,13	29,46			
TP	7,6-7,89																								
SPT	8-8,15	R			100	99,9	92,3		38,4	19,4	13,3	1,90	2,15							CU	0,41	26,09			

MI: MUESTRA INALTERADA — MA: MUESTRA ALTERADA — SPT: PENETRÓMETRO — TP: TESTIGO PARAFINADO — MW: MUESTRA DE AGUA
LF: ENSAYO LEFRANC — LG: ENSAYO LUGEON
Ox: ÓXIDO — Q: CUARZO — Ar: ARCILLA — PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO — DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO

ANEXO II.- CALICATAS MECÁNICAS

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:	Supervisor:	P.K.:	CALICATA:
Tragsatec (Grupo Tragsa)	"Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)"	SGS	José Luis Carreras Vega **Máquina:** Retroexcavadora mixta	X UTM: 272534 Y UTM: 4626498 Z UTM: 285,1	C-1 Fecha: 8-7-2010

PROFUNDIDAD (m)	PROF. INFERIOR (m)	ESPESOR (m)	PROF. N.P. (m)	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD (Seco, Bajo, Medio, Agua)	EXCAVABILIDAD (Rend. Bajo, Rend. Medio, Rend. Alto, Rend. muy alto)	ESTABILIDAD (Muy alta, Alta, Media, Baja)	MUESTRAS/ENSAYOS TIPO	INTERVALO (m)	RESULTADOS
0,0	0,1	0,1			Suelo removilizado y tierra vegetal.						
0,5	1,3	1,2			Terciario alterado. Unidad "Galocha". Limo arcilloso marrón anaranjado. Horizonte de alteración. Presenta indicios de oxidación y circulación de agua.				MA	0,30-1,30	
1,5	1,7	0,4			Terciario. Unidad "Galocha". Limolitas rojizas de consistencia dura. Excavabilidad baja.				MA	1,30-1,70	
2,0					*Fin de la calicata a la profundidad de 1.7 metros.*						
2,5					*Se finalizó la cata dada la elevada competencia mecánica del terreno.*						
3,0											
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											

ENSAYOS DE LABORATORIO

Granulometría % Paso: max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	Plasticidad: WL	WP	Estado natural: Humedad	D. seca (g/cm³)	Ensayo de corte: Tipo	c (kp/cm²)	ϕ (º)	Proctor Normal: H. óptima (%)	D. máx. (g/cm³)	CBR (100%P.M.)	Clasificación	Contenidos: M.O. (%)	SO3 (%)	CO3Ca (%)

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

MI: MUESTRA INALTERADA MA: MUESTRA ALTERADA MS: MUESTRA SACO MB: MUESTRA BOLSA MW: MUESTRA DE AGUA

Q: CUARZO Ar: ARCILLA Ox: ÓXIDO

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:	Supervisor:	P.K.:	CALICATA:
Tragsatec (Grupo Tragsa)	"Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)"	SGS	José Luis Carreras Vega **Máquina:** Retroexcavadora mixta	**X UTM:** 272554 **Y UTM:** 4626349 **Z UTM:** 279,51	C-2 **Fecha:** 8-7-2010

PROFUNDIDAD (m)	PROF. INFERIOR (m)	ESPESOR (m)	PROF. N.P. (m)	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD	MUESTRAS/ENSAYOS TIPO	INTERVALO (m)	RESULTADOS
0,0 – 0,7	0,7	0,7			Suelo removilizado y tierra vegetal.	Seco	Rend. Bajo	Muy alta			
0,7 – 2,0	2	1,3			Cuaternario. Coluvial. Limos y arcillas color marrón anaranjado con cantos. El conjunto presenta un porcentaje matriz-cantos de en torno al 70%-30%. Los cantos son predominantemente areniscosos y conglomeráticos y presentan un tamaño generalmente menor de 7-8 cm. Excavabilidad media.	Seco	Rend. Bajo Rend. Medio Rend. Alto	Muy alta Alta	MA	0,70-2,00	
2,0 – 3,3	3,3	1,3			Terciario. Unidad "Galocha". Areniscas de grano fino de color gris-verdoso. Excavabilidad baja. Humedad baja.	Seco	Rend. Bajo Rend. Medio Rend. Alto Rend. muy alto	Muy alta Alta Media	MA	2,00-3,30	
3,3 – 5,0					*Fin de la calicata a la profundidad de 3.3 metros.*						

PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS DE LABORATORIO: Granulometría % Paso max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	Plasticidad WL	WP	Estado natural Humedad	D. seca (g/cm³)	Ensayo de corte Tipo	c (kp/cm²)	φ (º)	Proctor Normal H. óptima (%)	D. máx. (g/cm³)	CBR (100%P.M.)	Clasificación	Contenidos M.O. (%)	SO3 (%)	CO3Ca (%)
0,0 – 0,7																			
0,7 – 2,0		62,2	49,2	31,8		26	18,3						10	1,99		GC			
2,0 – 3,3		86,5	78,3	35,6		N.P.							12	1,99		SM	0,6	0,11	24,8

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

MI: MUESTRA INALTERADA MA: MUESTRA ALTERADA MS: MUESTRA SACO MB: MUESTRA BOLSA MW: MUESTRA DE AGUA

Q: CUARZO Ar: ARCILLA Ox: ÓXIDO

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:	Supervisor:	P.K.:	CALICATA:
Tragsatec (Grupo Tragsa)	"Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)"	SGS	José Luis Carreras Vega **Máquina:** Retroexcavadora mixta	X UTM: 272596 Y UTM: 4626264 Z UTM: 273,96	C-3 Fecha: 8-7-2010

PROFUNDIDAD (m)	PROF. INFERIOR (m)	ESPESOR (m)	PROF. N.P. (m)	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD (Seco, Bajo, Medio, Agua)	EXCAVABILIDAD (Rend. Bajo, Rend. Medio, Rend. Alto, Rend. muy alto)	ESTABILIDAD (Muy alta, Alta, Media, Baja)	MUESTRAS/ENSAYOS TIPO	INTERVALO (m)	RESULTADOS
0,0	0,4	0,4			Suelo removilizado y tierra vegetal.						
0,5 – 3,3	3,3	2,9			Cuaternario. Coluvial. Limos y arcillas color marrón anaranjado con cantos. El conjunto presenta un porcentaje matriz-cantos de en torno al 80%-20%. Los cantos son predominantemente areniscosos y conglomeráticos y presentan un tamaño generalmente menor de 7-8 cm. Excavabilidad alta.				MA	0,40-3,30	
3,3 – 4,1	4,1	0,8			Terciario. Unidad "Galocha". Areniscas de grano fino de color gris-verdoso y limolitas anaranjadas y rojizas. Excavabilidad baja. Humedad baja.						
4,1					*Fin de la calicata a la profundidad de 4.1 metros.*						

ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra	Granulometría % Paso: max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	Plasticidad: WL	WP	Estado natural: Humedad	D. seca (g/cm³)	Ensayo de corte: Tipo	c (kp/cm²)	φ (º)	Proctor Normal: H. óptima (%)	D. máx. (g/cm³)	Granul. por sedimentación	Clasificación	Contenidos: M.O. (%)	SO3 (%)	CO3Ca (%)
MA		86	78,7	51,8		24,8	19,2						13	1,95	31%	ML-CL	0,59	0,15	23,0

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

MI: MUESTRA INALTERADA MA: MUESTRA ALTERADA MS: MUESTRA SACO MB: MUESTRA BOLSA MW: MUESTRA DE AGUA

Q: CUARZO Ar: ARCILLA Ox: ÓXIDO

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:	Supervisor:	P.K.:	CALICATA:
Tragsatec (Grupo Tragsa)	"Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)"	SGS	José Luis Carreras Vega **Máquina:** Retroexcavadora mixta	X UTM: 272663 Y UTM: 4626319 Z UTM: 268,91	C-4 **Fecha:** 8-7-2010

PROFUNDIDAD (m)	PROF. INFERIOR (m)	ESPESOR (m)	PROF. N.P. (m)	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD	MUESTRAS/ENSAYOS		
						Seco / Bajo / Medio / Agua	Rend. Bajo / Rend. Medio / Rend. Alto / Rend. muy alto	Muy alta / Alta / Media / Baja	TIPO	INTERVALO (m)	RESULTADOS
0,0	0,7	0,7			Suelo removilizado y tierra vegetal.						
0,5											
1,0											
1,5											
2,0					Cuaternario. Coluvial. Limos y arcillas color marrón anaranjado con cantos. El conjunto presenta un porcentaje matriz-cantos de en torno al 80%-20%. Los cantos son predominantemente areniscosos y conglomeráticos y presentan un tamaño generalmente menor de 7-8 cm. Excavabilidad alta. Humedad baja.				MA	0,70-4,10	
2,5		3,4									
3,0											
3,5											
4,0	4,1				*Fin de la calicata a la profundidad de 4.1 metros.*						
4,5											
5,0											

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROFUNDIDAD (m)	Granulometría % Paso: max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	Plasticidad: WL	WP	Estado natural: Humedad	D. seca (g/cm³)	Ensayo de corte: Tipo	c (kp/cm²)	φ (º)	Proctor Normal: H. óptima (%)	D. máx. (g/cm³)	CBR (100%P.M.)	Clasificación	Contenidos: M.O. (%)	SO3 (%)	CO3Ca (%)	Permeabilidad (cm/s. 10^{-1})	Dispersibilidad por rubificación
2,5 (MA)		60,5	51,7	26,2		N.P.										SM	0,53	0,06	28,6	7,8	ND-4

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

MI: MUESTRA INALTERADA MA: MUESTRA ALTERADA MS: MUESTRA SACO MB: MUESTRA BOLSA MW: MUESTRA DE AGUA

Q: CUARZO Ar: ARCILLA Ox: ÓXIDO

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:	Supervisor:	P.K.:	CALICATA:
Tragsatec (Grupo Tragsa)	"Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)"	SGS	José Luis Carreras Vega **Máquina:** Retroexcavadora mixta	X UTM: 272656 Y UTM: 4626371 Z UTM: 269,41	C-5 Fecha: 8-7-2010

PROFUNDIDAD (m)	PROF. INFERIOR (m)	ESPESOR (m)	PROF. N.P. (m)	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO
0,0 – 0,5	0,5	0,5			Suelo removilizado y tierra vegetal.
0,5 – 2,6	2,6	2,1			Cuaternario. Coluvial. Limos y arcillas color marrón anaranjado con cantos. El conjunto presenta un porcentaje matriz-cantos de en torno al 60%-40%. Los cantos son predominantemente areniscosos y conglomeráticos y presentan un tamaño generalmente menor de 7-8 cm. Se aprecian cementaciones de carbonatos e indicios de alteraciones y circulación de aguas en la matriz limo-arcillosa. Se da un aumento de la compacidad relativa hacia muro. Excavabilidad alta. Humedad baja.
2,6 – 4,0	4	1,4			Terciario. Unidad "Galocha". Limo arcilloso color marrón anaranjado de mayor consistencia relativa. Excavabilidad media. Humedad baja.
4,0 – 5,0					*Fin de la calicata a la profundidad de 4 metros.*

HUMEDAD: Seco / Bajo / Medio / Agua

EXCAVABILIDAD: Rend. Bajo / Rend. Medio / Rend. Alto / Rend. muy alto

ESTABILIDAD: Muy alta / Alta / Media / Baja

MUESTRAS/ENSAYOS

TIPO	INTERVALO (m)	RESULTADOS
MA	2,60-4,00	

ENSAYOS DE LABORATORIO

Granulometría % Paso max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	Plasticidad WL	WP	Estado natural Humedad	D. seca (g/cm³)	Ensayo de corte Tipo	c (kp/cm²)	φ (º)	Proctor Normal H. óptima (%)	D. máx. (g/cm³)	Granul. por sedimentación	Clasificación	Contenidos M.O. (%)	SO3 (%)	CO3Ca (%)	Dispersibilidad por tubificación
	75,1	66,9	43,9		24,2	15,8						10	2,03	33%	SC	0,55	0,08	26,8	ND4

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

MI: MUESTRA INALTERADA MA: MUESTRA ALTERADA MS: MUESTRA SACO MB: MUESTRA BOLSA MW: MUESTRA DE AGUA

Q: CUARZO Ar: ARCILLA Ox: ÓXIDO

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:	Supervisor:	P.K.:	CALICATA:
Tragsatec (Grupo Tragsa)	"Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)"	SGS	José Luis Carreras Vega **Máquina:** Retroexcavadora mixta	X UTM: 272629 Y UTM: 4626434 Z UTM: 269,56	C-6 **Fecha:** 8-7-2010

PROFUNDIDAD (m)	PROF. INFERIOR (m)	ESPESOR (m)	PROF. N.P. (m)	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO
0,0 – 0,7	0,7	0,7			Suelo removilizado y tierra vegetal.
0,7 – 2,6	2,6	1,9			Cuaternario. Coluvial. Arenas, limos y arcillas color marrón anaranjado con cantos. El conjunto presenta un porcentaje matriz-cantos de en torno al 70%-30%. Los cantos son predominantemente areniscosos y conglomeráticos y presentan un tamaño generalmente menor de 7-8 cm. Se aprecian cementaciones de carbonatos e indicios de alteraciones y circulación de aguas en la matriz limo-arcillosa. Excavabilidad alta. Humedad baja.
2,6 – 4	4	1,4			Terciario. Unidad "Galocha". Areniscas y arenas de mayor consistencia relativa de color gris anaranjado y gris verdoso. Excavabilidad baja. Humedad baja. Se aprecian cementaciones de carbonatos e indicios de alteraciones y circulación de aguas a techo.
4 – 5,0					*Fin de la calicata a la profundidad de 4 metros.*

HUMEDAD: Seco / Bajo / Medio / Agua

EXCAVABILIDAD: Rend. Bajo / Rend. Medio / Rend. Alto / Rend. muy alto

ESTABILIDAD: Muy alta / Alta / Media / Baja

MUESTRAS/ENSAYOS

TIPO	INTERVALO (m)	RESULTADOS
MA	2,30-3,10	

ENSAYOS DE LABORATORIO

Granulometría % Paso max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	Plasticidad WL	WP	Estado natural Humedad	D. seca (g/cm³)	Ensayo de corte Tipo	c (kp/cm²)	φ (º)	Proctor Normal H. óptima (%)	D. máx. (g/cm³)	CBR (100%P.M.)	Clasificación	Contenidos M.O. (%)	SO3 (%)	CO3Ca (%)	Permeabilidad (cm/s, 10^{-1})	Dispersibilidad por rubificación
	99,5	89,5	47,9		N.P.							12	1,88						2,7	ND4

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

MI: MUESTRA INALTERADA MA: MUESTRA ALTERADA MS: MUESTRA SACO MB: MUESTRA BOLSA MW: MUESTRA DE AGUA

Q: CUARZO Ar: ARCILLA Ox: ÓXIDO

CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:	Supervisor:	P.K.:	CALICATA:
Tragsatec (Grupo Tragsa)	"Proyecto Constructivo de la Balsa de la Toma 11. Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)"	SGS	José Luis Carreras Vega **Máquina:** Retroexcavadora mixta	X UTM: 272659 Y UTM: 4626434 Z UTM: 272,9	C-7 Fecha: 8-7-2010

PROFUNDIDAD (m)	PROF. INFERIOR (m)	ESPESOR (m)	PROF. N.P. (m)	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD	MUESTRAS/ENSAYOS	ENSAYOS DE LABORATORIO
0,0	0,6	0,6			Suelo removilizado y tierra vegetal.	Seco	Rend. Bajo	Muy alta	TIPO / INTERVALO (m) / RESULTADOS	Granulometría % Paso: max. / 2 mm / 0,4 mm / 0,08 mm / 2 µm; Plasticidad: WL / WP; Estado natural: Humedad / D. seca (g/cm³); Ensayo de corte: Tipo / c (kp/cm²) / ϕ (º); Proctor Normal.: H. óptima (%) / D. máx. (g/cm³); CBR (100%P.M.); Clasificación; Contenidos: M.O. (%) / SO3 (%) / CO3Ca (%)
0,5						Bajo	Rend. Medio	Alta		
1,0	2,8	2,2			Cuaternario. Coluvial. Arenas, limos y arcillas color marrón anaranjado con cantos. El conjunto presenta un porcentaje matriz-cantos de en torno al 70%-30%. Los cantos son predominantemente areniscosos y conglomeráticos y presentan un tamaño generalmente menor de 7-8 cm. Excavabilidad alta, pasando a media hacia 2,30 m, coincidiendo con un ligero aumento en el porcentaje de cantos. Humedad baja.		Rend. Alto	Media		
1,5						Medio	Rend. muy alto	Baja		
2,0						Agua				
2,5										
3,0	3,3	0,5			Terciario. Unidad "Galocha". Areniscas y arenas de mayor consistencia relativa de color gris anaranjado y gris verdoso. Excavabilidad baja. Humedad baja. Se aprecian cementaciones de carbonatos e indicios de alteraciones y circulación de aguas a techo.					
3,5					*Fin de la calicata a la profundidad de 3.3 metros.*					
4,0										
4,5										
5,0										

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

MI: MUESTRA INALTERADA MA: MUESTRA ALTERADA MS: MUESTRA SACO MB: MUESTRA BOLSA MW: MUESTRA DE AGUA

Q: CUARZO Ar: ARCILLA Ox: ÓXIDO

ANEXO III.- ENSAYOS DE PERMEABILIDAD EN SONDEOS

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD** **TIPO GILG-GAVARD** **NIVEL DE AGUA CONSTANTE**	**TRABAJO:** ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTECNICO BALSA EN ESPLÚS (HUESCA) **CÓDIGO:** T-2015 **FECHA:** 08/07/2010

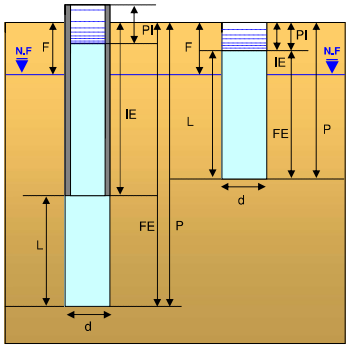
DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACIÓN SONDEO: S-1

COORDENADAS U.T.M.:
X: 272.548,00
Y: 4.626.474,00
Z:

PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):	2,00	m
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):	0,101	m
INICIO TRAMO ENSAYADO / PROF. REVESTIMIENTO (IE):	1,50	m
FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)	2,00	m
LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L):	0,50	m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):	4,20	m
PROFUNDIDAD INICIAL AGUA (PI)	0,00	m

ESQUEMA DEL ESQUEMA DEL ENSAYO



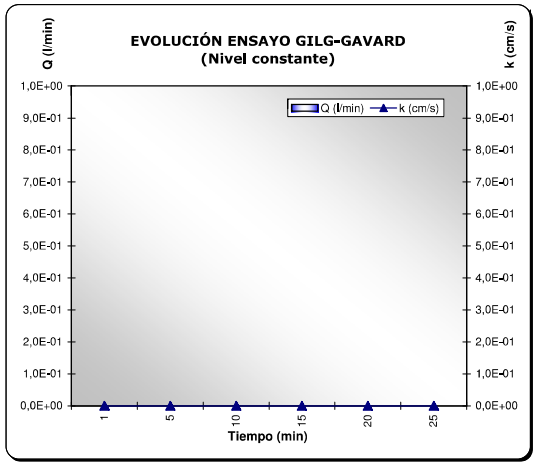
GEOLOGÍA

LITOLOGÍA TRAMO ENSAYADO: Limos y arcillas

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA / EDAD : TERCIARIO

MEDIDAS DEL ENSAYO

TIEMPO (min)	V (l)	Q (l/min)	k (cm/s)
1	0,00	0,00	0,00E+00
5	0,00	0,00	0,00E+00
10	0,00	0,00	0,00E+00
15	0,00	0,00	0,00E+00
20	0,00	0,00	0,00E+00
25	0,00	0,00	0,00E+00
PROMEDIO	**0,00**	**0,00**	**0,00E+00**
TOTAL	**0,00**	**0,00**	**-**



RESULTADOS DEL ENSAYO

VOLUMEN TOTAL ADMITIDO:	0,00	l
DURACIÓN DEL ENSAYO:	25	min
COEFICIENTE ZONA DE ENSAYO (L/d):	4,95	
COEFICIENTE a:	0,57	
COEFICIENTE DE FORMA (A):	2,01	

CAUDAL MEDIO ADMITIDO: 0,00E+00 m^3/s - 0,00E+00 l/s

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k)					
VALOR DE k EN EL INTERVALO:	0,0E+00	cm/s	-	0E+00	m/s
VALOR PROMEDIO DE k:	0,0E+00	cm/s	-	0E+00	m/s

OBSERVACIONES:
Volumen inicial = 15 Litros

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD** **TIPO GILG-GAVARD** **NIVEL DE AGUA VARIABLE**	**TRABAJO:** ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTECNICO BALSA EN ESPLÚS (HUESCA) **CÓDIGO:** T-2015 **FECHA:** 08/07/2010

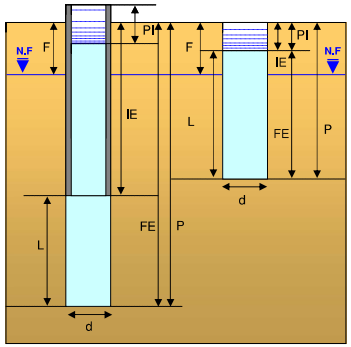
DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACIÓN SONDEO: S-1

COORDENADAS U.T.M.:
X: 272.548,00
Y: 4.626.474,00
Z:

PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):	2,00	m
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):	0,101	m
INICIO TRAMO ENSAYADO / PROF. REVESTIMIENTO (IE):	1,50	m
FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)	2,00	m
LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L):	0,50	m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):	4,20	m
PROFUNDIDAD INICIAL AGUA (PI)	0,00	m

ESQUEMA DEL ESQUEMA DEL ENSAYO



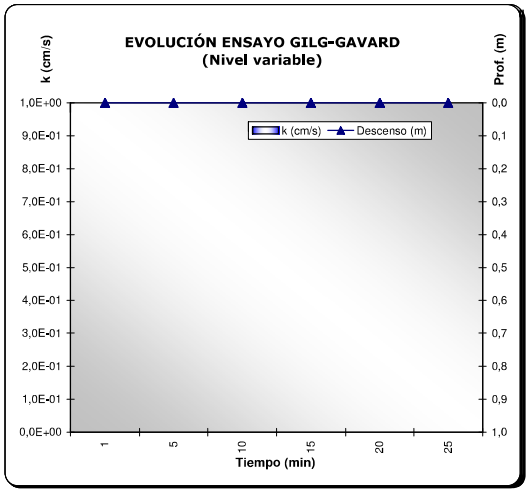
GEOLOGÍA

LITOLOGÍA TRAMO ENSAYADO: Limos y arcillas

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA / EDAD : TERCIARIO

MEDIDAS DEL ENSAYO

TIEMPO (min)	PROF.(m	k (cm/s)
1	0,00	0,00E+00
5	0,00	0,00E+00
10	0,00	0,00E+00
15	0,00	0,00E+00
20	0,00	0,00E+00
25	0,00	0,00E+00
PROMEDIO	**0,00**	**0,00E+00**



DURACION DEL ENSAYO:	25	min
COEFICIENTE ZONA DE ENSAYO (L/d):	4,95	
COEFICIENTE a:	0,57	
COEFICIENTE DE FORMA (A):	2,01	

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k)					
VALOR DE k EN EL INTERVALO:	0,0E+00	cm/s	-	0E+00	m/s
VALOR PROMEDIO DE k:	0,0E+00	cm/s	-	0E+00	m/s

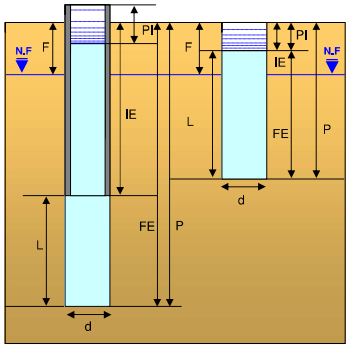
OBSERVACIONES:
Volumen inicial = 15 Litros

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD** **TIPO GILG-GAVARD** **NIVEL DE AGUA CONSTANTE**	**TRABAJO:** ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTECNICO BALSA EN ESPLÚS (HUESCA) **CÓDIGO:** T-2015 **FECHA:** 08/07/2010

DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACIÓN SONDEO:	S-1	
COORDENADAS U.T.M.:	X:	272.548,00
	Y:	4.626.474,00
	Z:	
PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):	4,50	m
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):	0,101	m
INICIO TRAMO ENSAYADO / PROF. REVESTIMIENTO (IE):	4,00	m
FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)	4,50	m
LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L):	0,50	m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):	4,20	m
PROFUNDIDAD INICIAL AGUA (PI)	0,00	m

ESQUEMA DEL ESQUEMA DEL ENSAYO



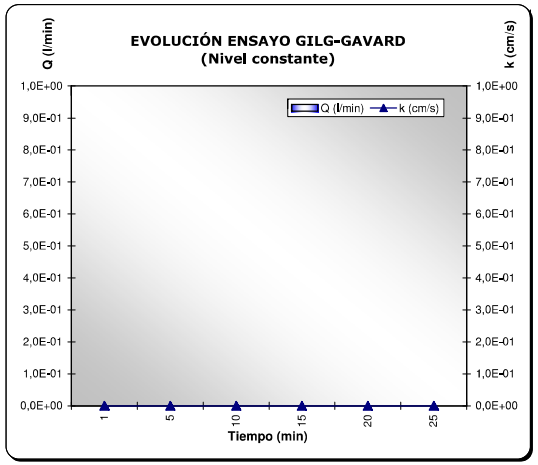
GEOLOGÍA

LITOLOGÍA TRAMO ENSAYADO: Limos y arcillas

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA / EDAD : TERCIARIO

MEDIDAS DEL ENSAYO

TIEMPO (min)	V (l)	Q (l/min)	k (cm/s)
1	0,00	0,00	0,00E+00
5	0,00	0,00	0,00E+00
10	0,00	0,00	0,00E+00
15	0,00	0,00	0,00E+00
20	0,00	0,00	0,00E+00
25	0,00	0,00	0,00E+00
PROMEDIO	**0,00**	**0,00**	**0,00E+00**
TOTAL	**0,00**	**0,00**	**-**



RESULTADOS DEL ENSAYO

VOLUMEN TOTAL ADMITIDO:	0,00	l
DURACIÓN DEL ENSAYO:	25	min
COEFICIENTE ZONA DE ENSAYO (L/d):	4,95	
COEFICIENTE a:	0,57	
COEFICIENTE DE FORMA (A):	2,01	

CAUDAL MEDIO ADMITIDO: 0,00E+00 m^3/s - 0,00E+00 l/s

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k)					
VALOR DE k EN EL INTERVALO:	0,0E+00	cm/s	-	0E+00	m/s
VALOR PROMEDIO DE k:	0,0E+00	cm/s	-	0E+00	m/s

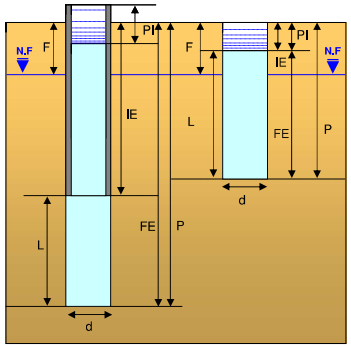
OBSERVACIONES:
Volumen inicial = 47 Litros

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD** **TIPO GILG-GAVARD** **NIVEL DE AGUA VARIABLE**	**TRABAJO:** ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTECNICO BALSA EN ESPLÚS (HUESCA) **CÓDIGO:** T-2015 **FECHA:** 08/07/2010

DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACIÓN SONDEO:	S-1	
COORDENADAS U.T.M.:	X:	272.548,00
	Y:	4.626.474,00
	Z:	
PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):	4,50	m
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):	0,101	m
INICIO TRAMO ENSAYADO / PROF. REVESTIMIENTO (IE):	4,00	m
FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)	4,50	m
LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L):	0,50	m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):	4,20	m
PROFUNDIDAD INICIAL AGUA (PI)	0,00	m

ESQUEMA DEL ESQUEMA DEL ENSAYO



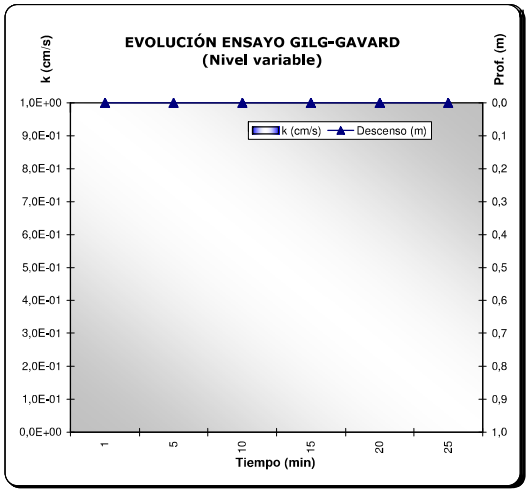
GEOLOGÍA

LITOLOGÍA TRAMO ENSAYADO: Limos y arcillas

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA / EDAD : TERCIARIO

MEDIDAS DEL ENSAYO

TIEMPO (min)	PROF.(m	k (cm/s)
1	0,00	0,00E+00
5	0,00	0,00E+00
10	0,00	0,00E+00
15	0,00	0,00E+00
20	0,00	0,00E+00
25	0,00	0,00E+00
PROMEDIO	**0,00**	**0,00E+00**



DURACION DEL ENSAYO:	25	min
COEFICIENTE ZONA DE ENSAYO (L/d):	4,95	
COEFICIENTE a:	0,57	
COEFICIENTE DE FORMA (A):	2,01	

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k)					
VALOR DE k EN EL INTERVALO:	0,0E+00	cm/s	-	0E+00	m/s
VALOR PROMEDIO DE k:	0,0E+00	cm/s	-	0E+00	m/s

OBSERVACIONES:
Volumen inicial = 47 Litros

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD** **TIPO GILG-GAVARD** **NIVEL DE AGUA CONSTANTE**	**TRABAJO:** ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTECNICO BALSA EN ESPLÚS (HUESCA) **CÓDIGO:** T-2015 **FECHA:** 08/07/2010

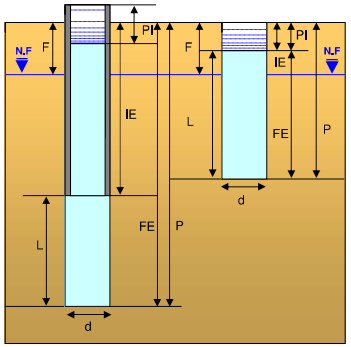
DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACIÓN SONDEO: S-2

COORDENADAS U.T.M.:
X: 272.610,00
Y: 4.626.299,00
Z:

PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):	2,10	m
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):	0,101	m
INICIO TRAMO ENSAYADO / PROF. REVESTIMIENTO (IE):	1,50	m
FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)	2,10	m
LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L):	0,60	m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):	8,00	m
PROFUNDIDAD INICIAL AGUA (PI)	0,00	m

ESQUEMA DEL ESQUEMA DEL ENSAYO



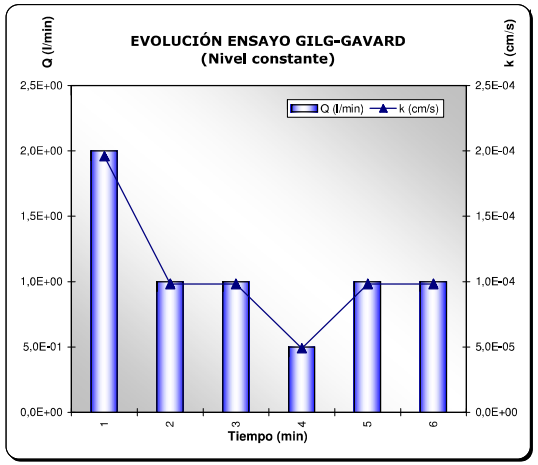
GEOLOGÍA

LITOLOGÍA TRAMO ENSAYADO: Limos y arcillas

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA / EDAD : TERCIARIO

MEDIDAS DEL ENSAYO

TIEMPO (min)	V (l)	Q (l/min)	k (cm/s)
1	2,00	2,00	1,96E-04
2	1,00	1,00	9,80E-05
3	1,00	1,00	9,80E-05
4	0,50	0,50	4,90E-05
5	1,00	1,00	9,80E-05
6	1,00	1,00	9,80E-05
7	1,00	1,00	9,80E-05
8	1,00	1,00	9,80E-05
9	1,00	1,00	9,80E-05
10	1,00	1,00	9,80E-05
11	1,00	1,00	9,80E-05
12	1,00	1,00	9,80E-05
13	1,00	1,00	9,80E-05
14	1,00	1,00	9,80E-05
15	1,00	1,00	9,80E-05
16	1,00	1,00	9,80E-05
17	1,00	1,00	9,80E-05
18	1,00	1,00	9,80E-05
19	1,00	1,00	9,80E-05
20	1,00	1,00	9,80E-05
21	1,00	1,00	9,80E-05
22	1,00	1,00	9,80E-05
23	1,00	1,00	9,80E-05
24	1,00	1,00	9,80E-05
25	1,00	1,00	9,80E-05
PROMEDIO	**1,02**	**1,02**	**9,99E-05**
TOTAL	**25,50**	**25,50**	**-**



RESULTADOS DEL ENSAYO

VOLUMEN TOTAL ADMITIDO:	25,50	l
DURACIÓN DEL ENSAYO:	25	min
COEFICIENTE ZONA DE ENSAYO (L/d):	5,94	
COEFICIENTE a:	0,58	
COEFICIENTE DE FORMA (A):	2,13	

CAUDAL MEDIO ADMITIDO: 1,70E-05 m^3/s - 1,70E-02 l/s

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k)					
VALOR DE k EN EL INTERVALO:	9,99E-05	cm/s	-	9,99E-07	m/s
VALOR PROMEDIO DE k:	9,99E-05	cm/s	-	9,99E-07	m/s

OBSERVACIONES:
No se detectó Nivel freatico en el sondeo. Volumen inicial = 13 Litros

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD** **TIPO GILG-GAVARD** **NIVEL DE AGUA VARIABLE**	**TRABAJO:** ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTECNICO BALSA EN ESPLÚS (HUESCA) **CÓDIGO:** T-2015 **FECHA:** 08/07/2010

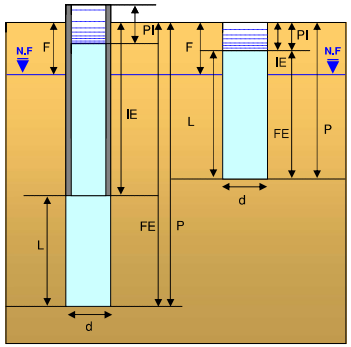
DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACIÓN SONDEO: S-2

COORDENADAS U.T.M.:
X: 272.610,00
Y: 4.626.299,00
Z:

PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):	2,10	m
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):	0,101	m
INICIO TRAMO ENSAYADO / PROF. REVESTIMIENTO (IE):	1,50	m
FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)	2,10	m
LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L):	0,60	m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):	8,00	m
PROFUNDIDAD INICIAL AGUA (PI)	0,00	m

ESQUEMA DEL ESQUEMA DEL ENSAYO



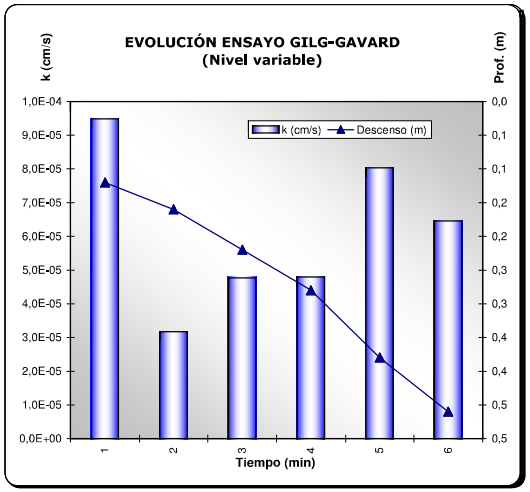
GEOLOGÍA

LITOLOGÍA TRAMO ENSAYADO: Limos y arcillas

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA / EDAD : TERCIARIO

MEDIDAS DEL ENSAYO

TIEMPO (min)	PROF.(m	k (cm/s)
1	0,12	9,48E-05
2	0,16	3,17E-05
3	0,22	4,77E-05
4	0,28	4,79E-05
5	0,38	8,03E-05
6	0,46	6,46E-05
7	0,48	1,62E-05
8	0,48	0,00E+00
9	0,53	4,06E-05
10	0,56	2,44E-05
11	0,63	5,72E-05
12	0,68	4,10E-05
13	0,70	1,64E-05
14	0,71	8,21E-06
15	0,74	2,47E-05
16	0,77	2,47E-05
17	0,80	2,48E-05
18	0,82	1,65E-05
19	0,83	8,27E-06
20	0,85	1,66E-05
21	0,86	8,29E-06
22	0,88	1,66E-05
23	0,90	1,66E-05
24	0,92	1,66E-05
25	0,93	8,33E-06
PROMEDIO	**0,63**	**3,01E-05**



DURACION DEL ENSAYO:	25	min
COEFICIENTE ZONA DE ENSAYO (L/d):	5,94	
COEFICIENTE a:	0,58	
COEFICIENTE DE FORMA (A):	2,13	

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k)					
VALOR DE k EN EL INTERVALO:	3,10E-05	cm/s	-	3,10E-07	m/s
VALOR PROMEDIO DE k:	3,01E-05	cm/s	-	3,01E-07	m/s

OBSERVACIONES:
No se detectó Nivel freatico en el sondeo. Volumen inicial = 13 Litros

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD** **TIPO GILG-GAVARD** **NIVEL DE AGUA CONSTANTE**	**TRABAJO:** ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTECNICO BALSA EN ESPLÚS (HUESCA) **CÓDIGO:** T-2015 **FECHA:** 08/07/2010

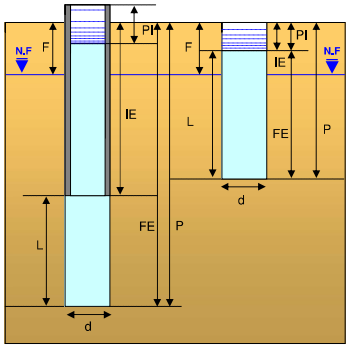
DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACIÓN SONDEO: S-2

COORDENADAS U.T.M.:
X: 272.610,00
Y: 4.626.299,00
Z:

PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):	5,00	m
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):	0,101	m
INICIO TRAMO ENSAYADO / PROF. REVESTIMIENTO (IE):	4,50	m
FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)	5,00	m
LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L):	0,50	m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):	8,00	m
PROFUNDIDAD INICIAL AGUA (PI)	0,00	m

ESQUEMA DEL ENSAYO



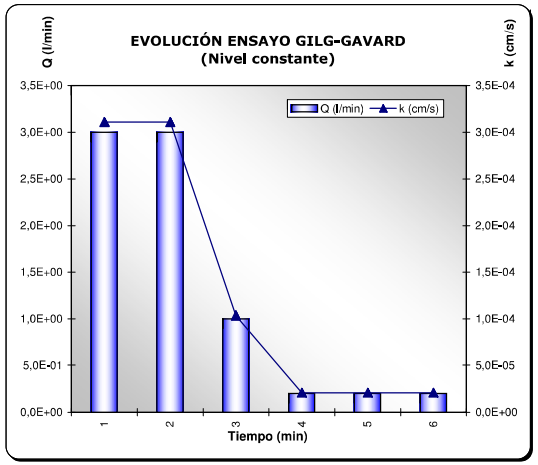
GEOLOGÍA

LITOLOGÍA TRAMO ENSAYADO: Arcillas algo limo margosas

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA / EDAD : TERCIARIO

MEDIDAS DEL ENSAYO

TIEMPO (min)	V (l)	Q (l/min)	k (cm/s)
1	3,00	3,00	3,11E-04
2	3,00	3,00	3,11E-04
3	1,00	1,00	1,04E-04
4	0,20	0,20	2,07E-05
5	0,20	0,20	2,07E-05
6	0,20	0,20	2,07E-05
7	0,10	0,10	1,04E-05
8	0,10	0,10	1,04E-05
9	0,10	0,10	1,04E-05
10	0,10	0,10	1,04E-05
11	0,10	0,10	1,04E-05
12	0,00	0,00	0,00E+00
13	0,10	0,10	1,04E-05
14	0,00	0,00	0,00E+00
15	0,00	0,00	0,00E+00
16	0,00	0,00	0,00E+00
17	0,10	0,10	1,04E-05
18	0,10	0,10	1,04E-05
19	0,10	0,10	1,04E-05
20	0,20	0,20	2,07E-05
21	0,10	0,10	1,04E-05
22	0,10	0,10	1,04E-05
23	0,10	0,10	1,04E-05
24	0,10	0,10	1,04E-05
25	0,10	0,10	1,04E-05
PROMEDIO	**0,37**	**0,37**	**3,82E-05**
TOTAL	**9,20**	**9,20**	**-**



RESULTADOS DEL ENSAYO

VOLUMEN TOTAL ADMITIDO:	9,20	l
DURACIÓN DEL ENSAYO:	25	min
COEFICIENTE ZONA DE ENSAYO (L/d):	4,95	
COEFICIENTE a:	0,57	
COEFICIENTE DE FORMA (A):	2,01	

CAUDAL MEDIO ADMITIDO: 6,13E-06 m^3/s - 6,13E-03 l/s

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k)					
VALOR DE k EN EL INTERVALO:	3,82E-05	cm/s	-	3,82E-07	m/s
VALOR PROMEDIO DE k:	3,82E-05	cm/s	-	3,82E-07	m/s

OBSERVACIONES:
No se detectó Nivel freatico en el sondeo. Volumen inicial = 27 Litros

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	**ENSAYO DE PERMEABILIDAD** **TIPO GILG-GAVARD** **NIVEL DE AGUA VARIABLE**	**TRABAJO:** ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTECNICO BALSA EN ESPLÚS (HUESCA) **CÓDIGO:** T-2015 **FECHA:** 08/07/2010

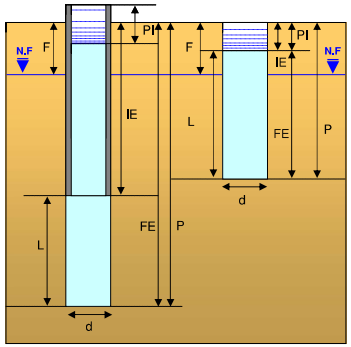
DATOS DEL ENSAYO

DENOMINACIÓN SONDEO: S-2

COORDENADAS U.T.M.:
X: 272.610,00
Y: 4.626.299,00
Z:

PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):	5,00	m
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):	0,101	m
INICIO TRAMO ENSAYADO / PROF. REVESTIMIENTO (IE):	4,50	m
FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)	5,00	m
LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L):	0,50	m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):	8,00	m
PROFUNDIDAD INICIAL AGUA (PI)	0,00	m

ESQUEMA DEL ENSAYO



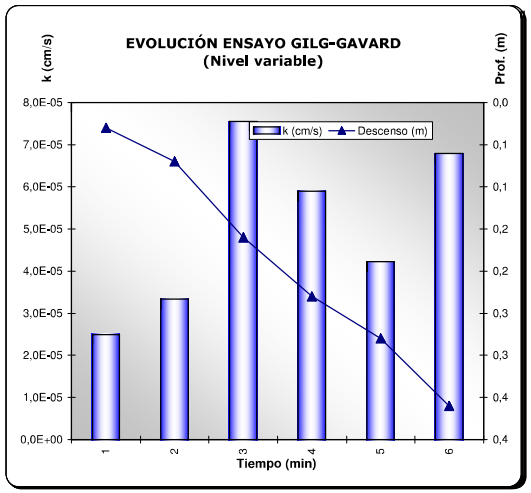
GEOLOGÍA

LITOLOGÍA TRAMO ENSAYADO: Arcillas algo limo margosas

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA / EDAD : TERCIARIO

MEDIDAS DEL ENSAYO

TIEMPO (min)	PROF.(m	k (cm/s)
1	0,03	2,50E-05
2	0,07	3,34E-05
3	0,16	7,55E-05
4	0,23	5,90E-05
5	0,28	4,23E-05
6	0,36	6,80E-05
7	0,42	5,12E-05
8	0,58	1,38E-04
9	0,66	6,93E-05
10	0,71	4,34E-05
11	0,77	5,23E-05
12	0,79	1,75E-05
13	0,84	4,38E-05
14	0,96	1,06E-04
15	1,03	6,21E-05
16	1,09	5,35E-05
17	1,14	4,47E-05
18	1,19	4,48E-05
19	1,21	1,80E-05
20	1,27	5,41E-05
21	1,32	4,52E-05
22	1,39	6,36E-05
23	1,44	4,56E-05
24	1,47	2,74E-05
25	1,51	3,67E-05
PROMEDIO	**0,84**	**5,28E-05**



DURACION DEL ENSAYO:	25	min
COEFICIENTE ZONA DE ENSAYO (L/d):	4,95	
COEFICIENTE a:	0,57	
COEFICIENTE DE FORMA (A):	2,01	

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k)					
VALOR DE k EN EL INTERVALO:	5,54E-05	cm/s	-	5,54E-07	m/s
VALOR PROMEDIO DE k:	5,28E-05	cm/s	-	5,28E-07	m/s

OBSERVACIONES:
No se detectó Nivel freatico en el sondeo. Volumen inicial = 27 Litros

T-2015

ANEXO IV.- ENSAYOS DE LABORATORIO

SGS TECNOS, S.A.
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S./ R.D. 1230/89
Areas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, AFH, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/. Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91.313.82.07 - Fax 91.313.81.45

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

PETICIONARIO: **TRAGSATEC**

DESIGNACIÓN DE LA OBRA: **BALSA 11, CANAL DE ARAGON Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)**

FECHA DE ENSAYO: **05/08/2010**

ENSAYOS REALIZADOS POR: **SGS Tecnos, S.A.**

LOCALIZACIÓN DE MUESTRAS:

VER CUADRO GENERAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYOS SOLICITADOS:

VER CUADRO GENERAL

OBSERVACIONES:

EXPEDIENTE: **T-2015**	POR EL ÁREA GTL:	Vº Bº
FECHA 06/08/2010	P.A.	
HOJA : Nº 1 de 60	Fdo.: Vladimir Sánchez Ríos	Fdo.: Julia Nieves Ruiz Ramírez DIRECTORA DEL LABORATORIO

SGS Tecnos, S.A.

Los resultados de este informe, afectan únicamente a las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de SGS Tecnos, S.A.

AREAS DE ACREDITACION. **EHA;** Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: Ensayos Básicos y Complementarios 1, 2, 4 y 5. REG. 03302EHA09. **GTC;** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos: "in situ" para reconocimientos geotecnicos. REG. 03003GTC09. **GTL;** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios Primeros. REG. 03304GTL09. **VSG;** Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios 1 y 2. REG. 03305VGS09. **EAP;** Área de control de perfiles de acero para estructuras: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios REG. 03306EAP09. **EAS;** Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: Ensayos Básicos y Ensayos Complementarios. REG. 03307EAS09. Resolución de 03/02/04. **AFC;** Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas. REG. 03308AFC09. **AFH;** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03309AFH09. **ACC;** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas cerámicas. REG. 03310ACC09. **ACH;** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03311ACH09. **APC;** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03312APC09. **APH;** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03313APH09. **AMC;** Área control morteros para albañilería. REG. 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 5/08/2010

S.U.C.S: GW: Grava bien gradada. GP: Grava mal gradada. GM: Grava limosa. GC: Grava arcillosa. SW: Arena bien gradada. SP: Arena mal gradada. SM: Arena limosa. SC: Arena arcillosa. ML: Limo baja plasticidad. CL: Arcilla baja plasticidad. OL: Limo orgánico/arcilla limosa orgánica de baja plasticidad. MH: Limo alta plasticidad. CH: Arcilla alta plasticidad. OH: Limo orgánico/arcilla limosa orgánica de alta plasticidad. P: Turbas y suelos altamente orgánicos.

							Granulometría						Límites de Atterberg				Lambe		Proctor			Granul. por sedimentac.		Ensayo Triaxial			Compresión		Edómetro		Ensayos químicos				
Muestra	Profundidad	Tipo de muestra	S.U.C.S	Humedad(%)	Densidad seca (g/cm3)	Densidad húmeda (g/cm3)	63 mm (% pasa)	40 mm (% pasa)	5 mm (% pasa)	2 mm (% pasa)	0,4 mm (% pasa)	0,08 mm (% pasa)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	No plasticidad	Índice hinchamiento (MPa)	Cambio vol. potencial	Tipo	Densidad máxima (g/cm3)	Humedad óptima (%)	Partículas en suspensión (%)	Diámetro máximo part. susp (mm)	Tipo de corte	Ángulo rozamiento	Cohesión (kPa)	Tensión (kPa)	Deformación (%)	Cc Ind. compresión	Cu Ind. entumecimiento	Sales solubles (%)	Carbonatos CaCO3 (%)	Materia orgánica (%)	Sulfatos SO3 (%)	Sulfatos SO4 (mg/kg suelo)
S-1	1,00-1,45	SPT	CL	10,5	1,95	2,15	100,0	100,0	99,2	98,7	96,9	85,6	30,5	18,0	12,5																				
S-1	3,00-3,23	TP	CL	24,9	1,71	2,13	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	98,7	46,7	20,4	26,3												59	15,0	0,129	0,098					
S-1	4,00-4,15	SPT	CL	9,8	1,58	1,73	100,0	100,0	100,0	99,4	97,8	83,1	27,7	17,9	9,8																				
S-1	6,05-6,24	TP	SM	16,5	1,83	2,13	100,0	100,0	100,0	100,0	88,2	31,8				N.P.											69	3,0				13,60	0,55	0,04	480
S-1	9,17-9,40	TP	CL	16,5	1,83	2,13	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,6	46,1	22,0	24,1												108	5,0	0,103	0,067		32,20	0,60	0,06	720
S-1	11,24-11,40	TP	CL	21,5	1,75	2,12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	43,4	22,2	21,2		0,13	NC									29	7,0							
S-2	2,00-2,45	SPT	CL	9,5	1,74	1,91	100,0	100,0	88,4	81,8	72,3	53,8	25,4	16,7	8,7																				
S-2	4,00-4,16	TP	CL	21,6	1,70	2,07	100,0	100,0	100,0	99,7	99,1	94,6	29,3	19,7	9,6		0,03	NC									88	10,0							
S-2	5,00-5,45	SPT	ML	16,1	1,85	2,15	100,0	100,0	99,8	99,4	96,0	74,5	20,6	20,1	0,5																				
S-2	5,45-5,70	TP																						CU	29,5	0,1									
S-2	7,60-7,89	TP																						CU	26,1	0,4									
S-2	8,00-8,15	SPT	CL	13,3	1,90	2,15	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	92,3	38,4	19,4	19,0																				

Hoja 2

SGS Tecnos, S.A

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 5/08/2010

S.U.C.S: GW: Grava bien gradada. GP: Grava mal gradada. GM: Grava limosa. GC: Grava arcillosa. SW: Arena bien gradada. SP: Arena mal gradada. SM: Arena limosa. SC: Arena arcillosa. ML: Limo baja plasticidad. CL: Arcilla baja plasticidad. OL: Limo orgánico/arcilla limosa orgánica de baja plasticidad. MH: Limo alta plasticidad. CH: Arcilla alta plasticidad. OH: Limo orgánico/arcilla limosa orgánica de alta plasticidad. P: Turbas y suelos altamente orgánicos.

							Granulometría						Límites de Atterberg				Lambe		Proctor			Granul. por sedimentac.		Ensayo Triaxial			Compresión		Edómetro		Ensayos químicos				
Muestra	Profundidad	Tipo de muestra	S.U.C.S	Humedad(%)	Densidad seca (g/cm3)	Densidad húmeda (g/cm3)	63 mm (% pasa)	40 mm (% pasa)	5 mm (% pasa)	2 mm (% pasa)	0,4 mm (% pasa)	0,08 mm (% pasa)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	No plasticidad	Índice hinchamiento (MPa)	Cambio vol. potencial	Tipo	Densidad máxima (g/cm3)	Humedad óptima (%)	Partículas en suspensión (%)	Diámetro máximo part. susp (mm)	Tipo de corte	Ángulo rozamiento	Cohesión (kPa)	Tensión (kPa)	Deformación (%)	Cc Ind. compresión	Cu Ind. entumecimiento	Sales solubles (%)	Carbonatos CaCO3 (%)	Materia orgánica (%)	Sulfatos SO3 (%)	Sulfatos SO4 (mg/kg suelo)
C-2	0,70-2,00	MA	GC				100,0	100,0	71,2	62,2	49,2	31,8	26,0	18,3	7,7				N	1,99	10,0														
C-2	2,00-3,30	MA	SM				100,0	100,0	89,4	86,5	78,3	35,6				N.P.			N	1,99	12,0											21,45	0,52	0,11	1320
C-3	0,40-3,30	MA	ML-CL				100,0	100,0	88,3	86,0	78,7	51,8	24,8	19,2	5,6				N	1,95	13,0	31,0	0,005									19,78	0,51	0,15	1800
C-4	0,70-4,10	MA	SM				100,0	100,0	70,5	60,5	51,7	26,2				N.P.																17,30	0,32	0,06	720
C-5	2,60-4,00	MA	SC				100,0	100,0	82,0	75,1	66,9	43,9	24,2	15,8	8,4				N	2,03	10,0	33,0	0,005									20,13	0,41	0,08	960
C-6	2,30-3,10	MA	SM				100,0	100,0	99,7	99,5	89,5	47,9				N.P.			N	1,88	12,0														

SGS Tecnos S.A.

Hoja 3

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 1,00-1,45
Tipo de muestra: SPT

DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO BALANZA HIDROSTÁTICA S/ UNE 103301:1994

Tara+suelo+agua (g)	t+s+a	112,4
Tara+suelo (g)	t+s	101,7
Tara (g)	t	0,0
Suelo (g)	s	101,7
Agua (g)	a	10,7

Humedad (%)	**W**	**10,5**

Diámetro (cm)	d	3,6
Lado (cm)	l1	-
Lado (cm)	l2	-
Altura (cm)	ho	5,1
Sección (cm^2)	A	10,2
Volumen (cm^3)	V	52,2

Densidad húmeda	**ρ**	**2,15**
Densidad seca	**$ρ_d$**	**1,95**

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

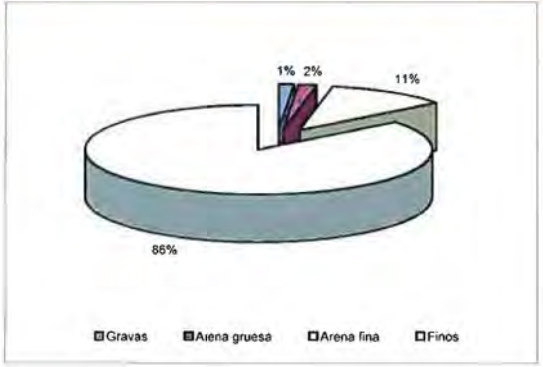
ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

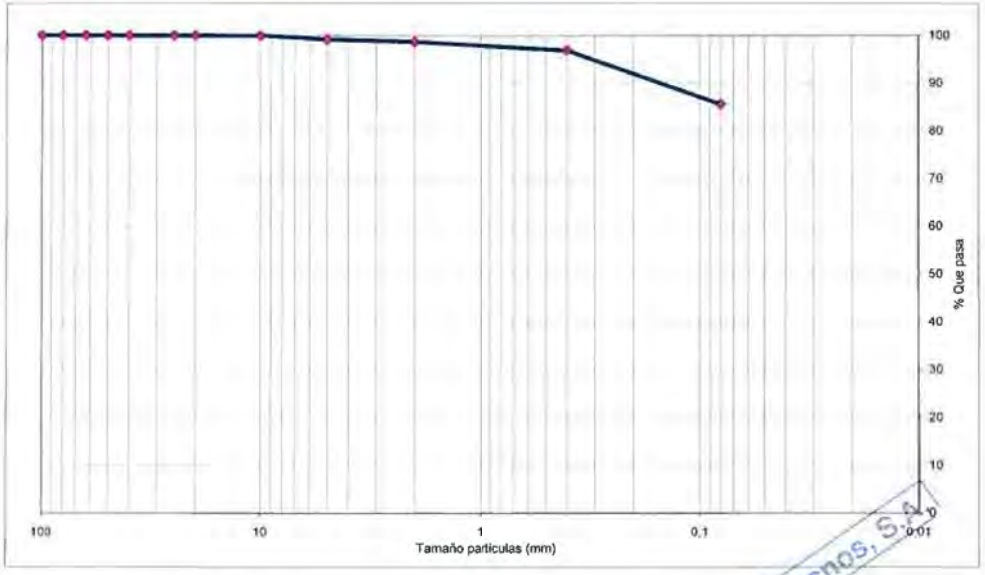
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 1,00-1,45
Tipo de muestra: SPT

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	99,2
Nº10	2	98,7
Nº40	0,40	96,9
Nº200	0,080	85,6



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09

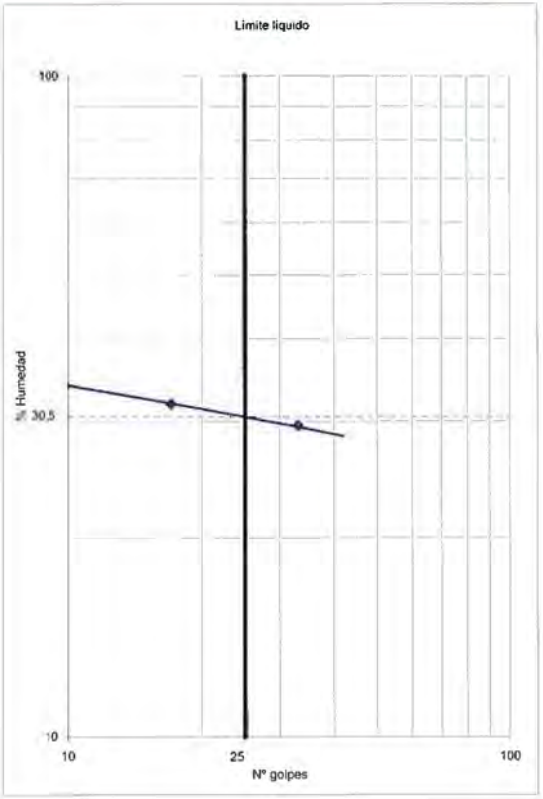
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 1,00-1,45
Tipo de muestra: SPT

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**30,5**
Límite plástico	**LP**	**18,0**
Índice de plasticidad	**IP**	**12,5**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

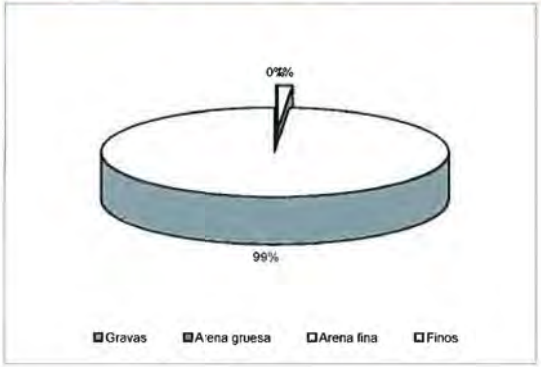
ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG. 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG. 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG. 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG. 03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG. 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG. 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG. 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG. 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG. 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

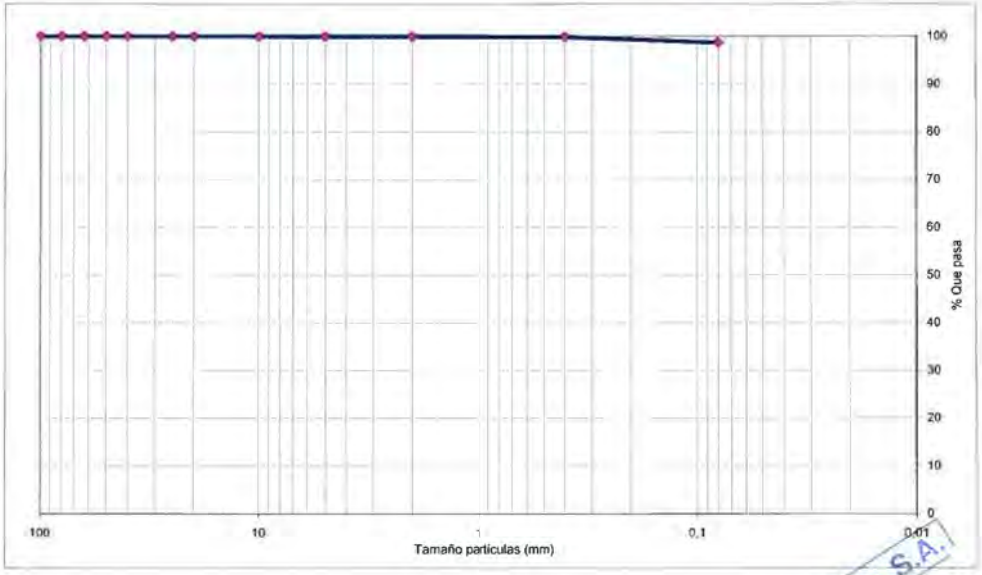
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 3,00-3,23
Tipo de muestra: TP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	100,0
Nº10	2	100,0
Nº40	0,40	99,9
Nº200	0,080	98,7



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG. 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG. 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG. 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG. 03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG. 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG. 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG. 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG. 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG. 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

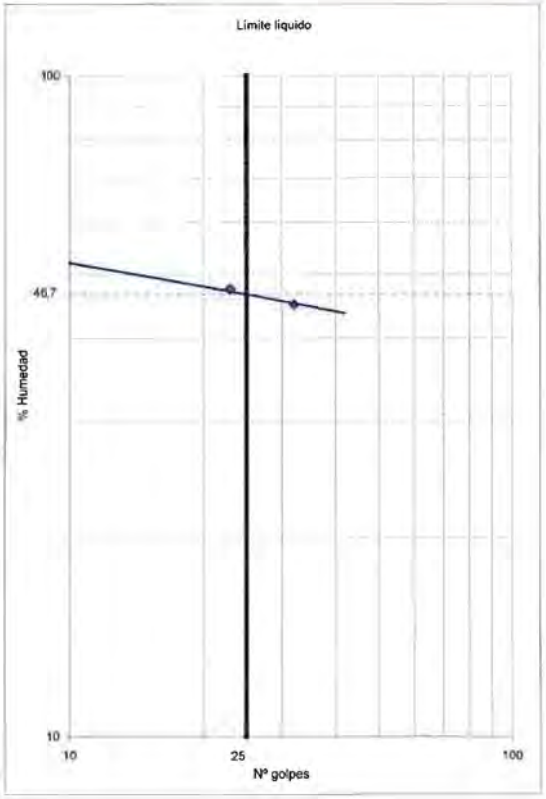
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 3,00-3,23
Tipo de muestra: TP

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	LL	46,7
Límite plástico	LP	20,4
Índice de plasticidad	IP	26,3



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 3,00-3,23
Tipo de muestra: TP

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE S/ UNE 103400:1993

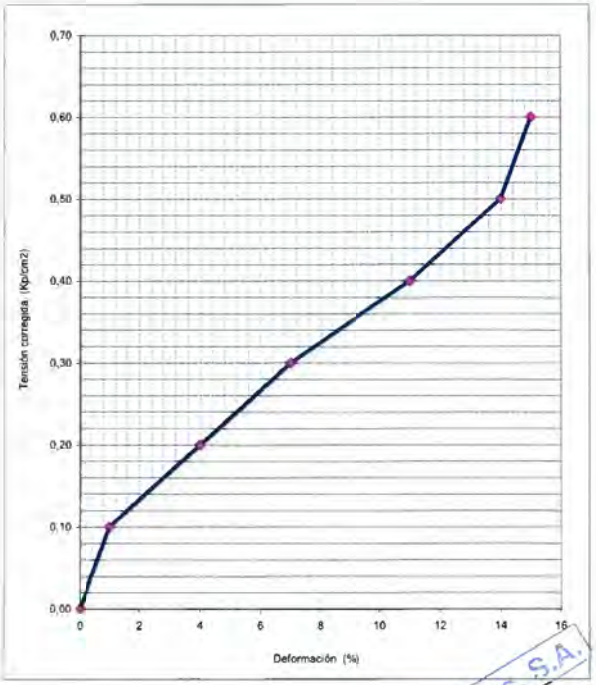
Dimensiones probeta	
Diámetro (cm)	7,4
Lado (cm)	--
Lado (cm)	--
Altura (cm)	16,0
Sección (cm^2) = A	43,5
Volumen (cm^3) = V	695,5

Densidad húmeda (g/cm^3)	2,13	ρ
Densidad seca (g/cm^3)	1,71	ρ_d
Humedad natural (%)	24,9	W

Tensión (kp/cm^2)	**0,6**	q_u
Tensión (kPa)	**59**	q_u
Deformación (%)	**15**	ε

Forma rotura:

Deformación unitaria ε (%)	Cargas kp	Tensión corregida kp/cm^2	Tensión corregida kPa
0	0	0,0	0
1	5	0,1	10
4	11	0,2	20
7	16	0,3	29
11	21	0,4	39
14	27	0,5	49
15	31	0,6	59



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 3,00-3,23
Tipo de muestra: TP

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO S/ UNE 103302:1994

Muestra Nº	M1 (g)	M2 (g)	M3 (g)	M4 (g)	Densidad relativa G (g/cm³)
1	106,330	76,910	83,410	110.430	2,71
2	103,690	73,070	79,290	107,630	2,73
3					

Media	2,72

M1: masa picnómetro lleno de agua destilada y enrasado.
M2: masa picnómetro sin cuello y lleno hasta la mitad de agua.
M3: masa picnómetro sin cuello y lleno hasta la mitad de agua + 15 g de suelo.
M4: masa picnómetro con cuello + 15 g suelo + lleno de agua y enrasado.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
NLE

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

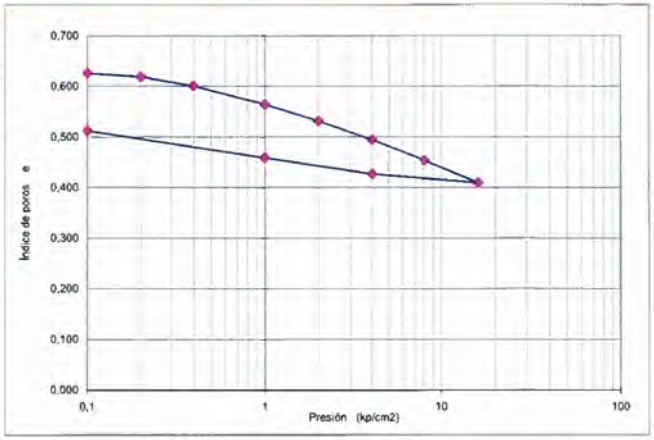
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 3,00-3,23
Tipo de muestra: TP

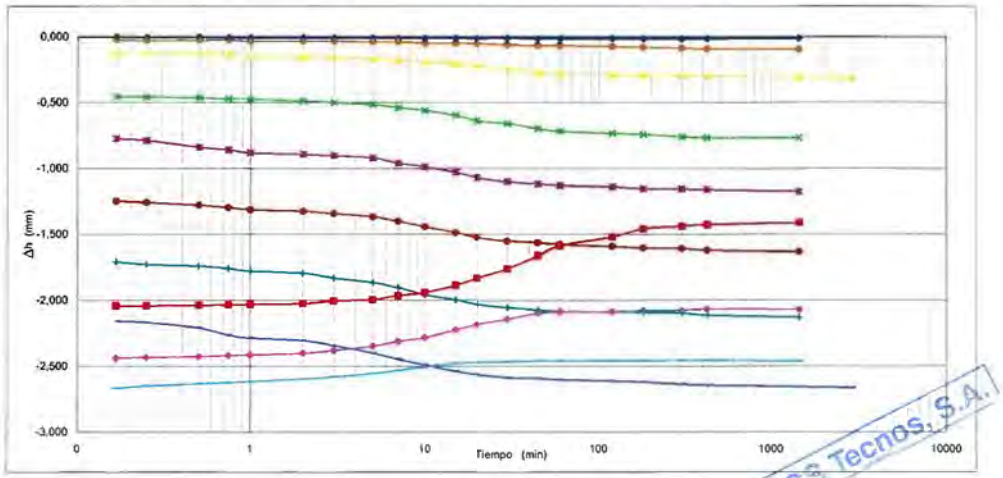
CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO S/ UNE 103405:1994

Humedad inicial (%)	Wo	22,9
Humedad final (%)	Wf	23,4
Dens.part. sólidas (g/cm3)	G	2,72
Den. seca inicial (g/cm3)	ρ_d	1,67
Grado satur. inicial (%)	Sr	99,12
Ind. poros inicial	e_o	0,627
Altura de sólido (cm)	Hs	1,229

Escalón Nº	Carga kp/cm²	Δh mm	H mm	e
1	0,1	-0,012	19,988	0,626
2	0,2	-0,097	19,903	0,619
3	0,4	-0,323	19,677	0,601
4	1,0	-0,770	19,230	0,564
5	2,0	-1,176	18,824	0,531
6	4,0	-1,632	18,368	0,494
7	8,0	-2,131	17,869	0,454
8	16,0	-2,676	17,324	0,409
9	4,0	-2,462	17,538	0,427
10	1,0	-2,071	17,929	0,458
11	0,1	-1,413	18,587	0,512



Índice de compresión	Cc	0,129
Índice de hinchamiento	Cs	0,098



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
NLE

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 4,00-4,15
Tipo de muestra: SPT

DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO BALANZA HIDROSTÁTICA S/ UNE 103301:1994

Tara+suelo+agua (g)	t+s+a	26,8
Tara+suelo (g)	t+s	24,4
Tara (g)	t	0,0
Suelo (g)	s	24,4
Agua (g)	a	2,4

Humedad (%)	**W**	**9,8**

Diámetro (cm)	d	3,6
Lado (cm)	l1	-
Lado (cm)	l2	-
Altura (cm)	ho	1,5
Sección (cm^2)	A	10,2
Volumen (cm^3)	V	15,5

Densidad húmeda	**ρ**	**1,73**
Densidad seca	**ρ_d**	**1,58**

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan unicamente a las muestras ensayadas.

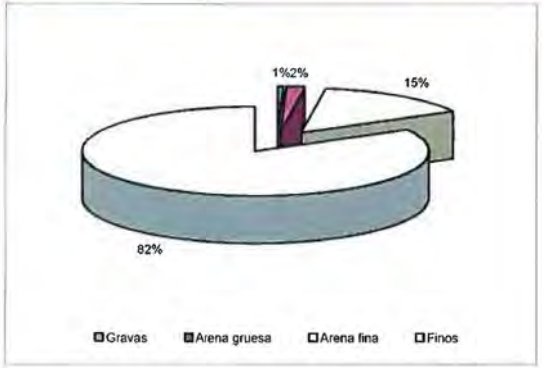
SGS Tecnos, S.A.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

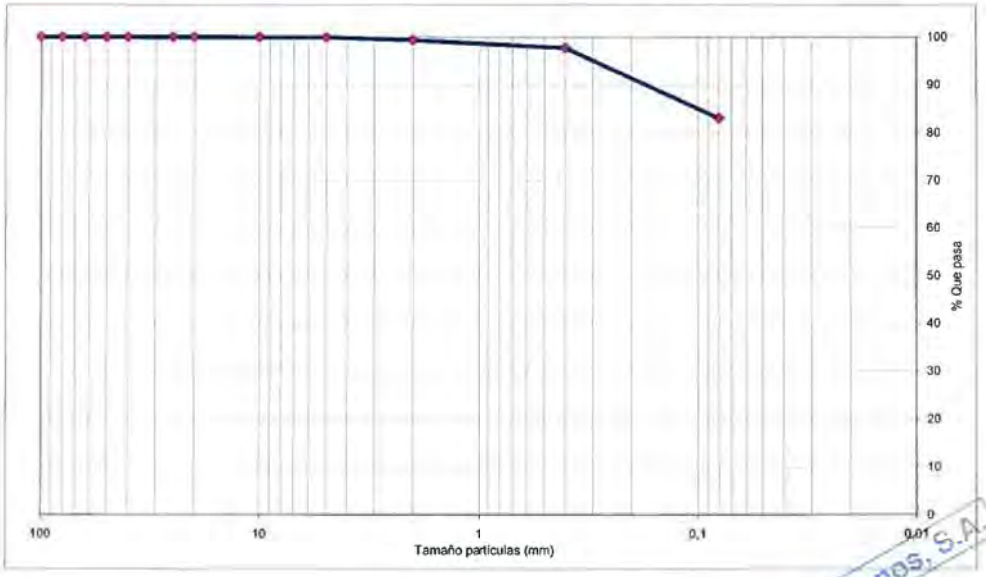
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 4,00-4,15
Tipo de muestra: SPT

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	100,0
Nº10	2	99,4
Nº40	0,40	97,8
Nº200	0,080	83,1



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan unicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

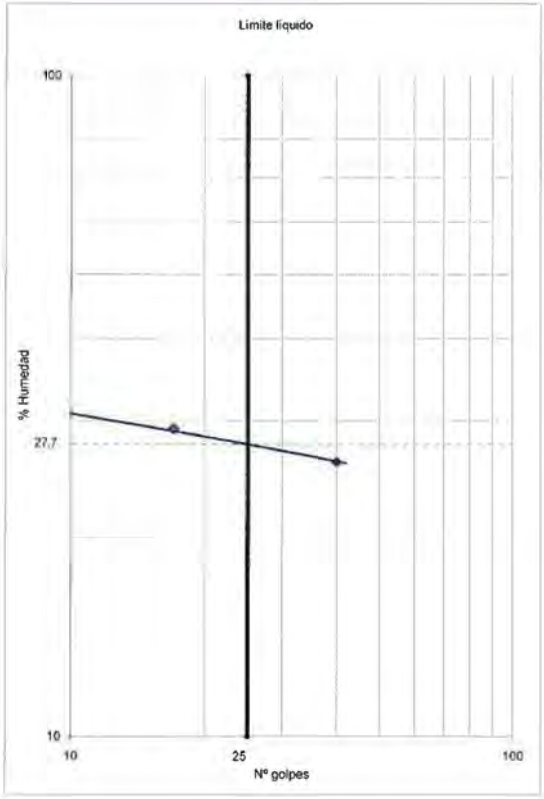
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 4,00-4,15
Tipo de muestra: SPT

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**27,7**
Límite plástico	**LP**	**17,9**
Índice de plasticidad	**IP**	**9,8**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

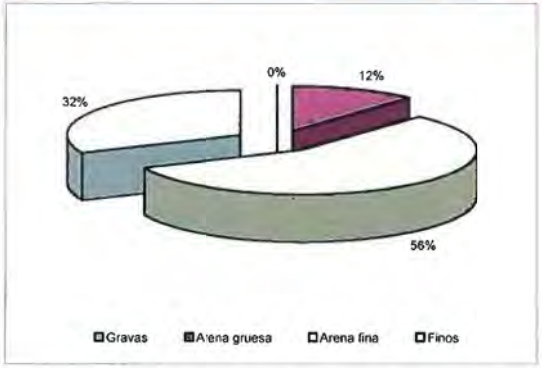
ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero; ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG. 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales; ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG. 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
N.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

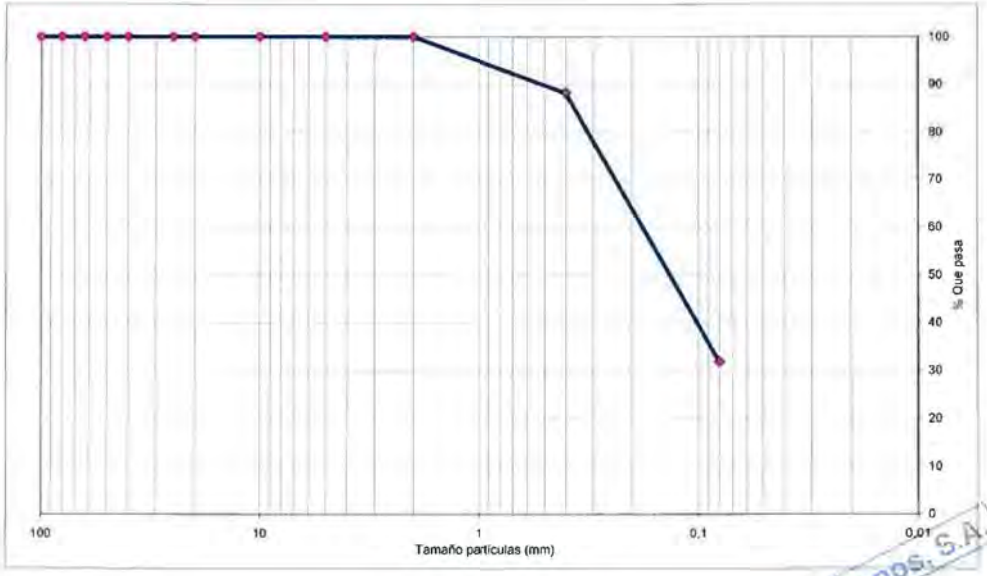
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 6,05-6,24
Tipo de muestra: TP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	100,0
Nº10	2	100,0
Nº40	0,40	88,2
Nº200	0,080	31,8



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

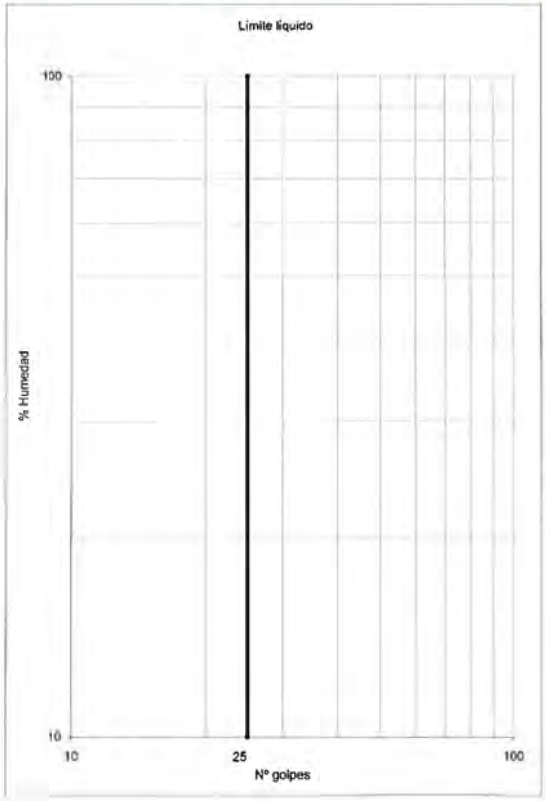
ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero; ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG. 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales; ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG. 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
N.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel: 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: S-1
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 6,05-6,24
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: TP
Fecha: 20/07/2010	

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite liquido	**LL**	**N.P.**
Límite plástico	**LP**	**N.P.**
Índice de plasticidad	**IP**	**N.P.**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel: 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: S-1
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 6,05-6,24
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: TP
Fecha: 20/07/2010	

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE S/ UNE 103400:1993

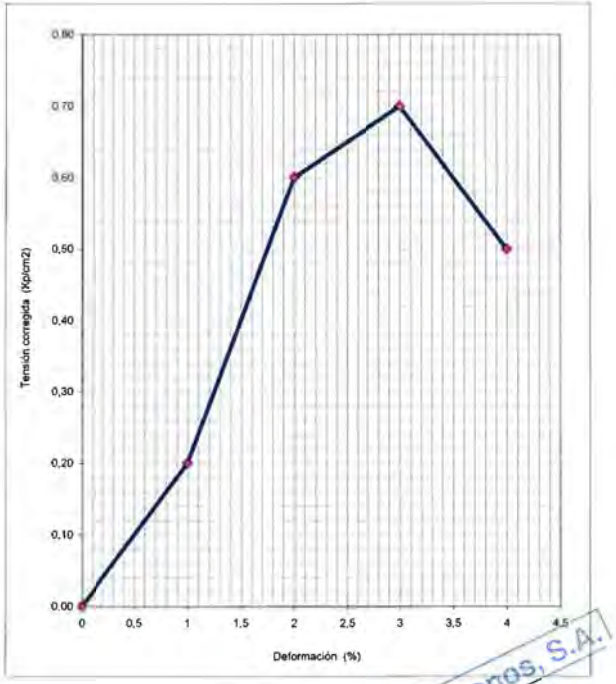
Dimensiones probeta	
Diámetro (cm)	7,4
Lado (cm)	--
Lado (cm)	--
Altura (cm)	15,4
Sección (cm^2) = A	43,5
Volumen (cm^3) = V	669,4

Densidad húmeda (g/cm^3)	2,13	ρ
Densidad seca (g/cm^3)	1,83	ρ_d
Humedad natural (%)	16,5	W

Tensión (kp/cm^2)	**0,7**	q_u
Tensión (kPa)	**69**	q_u
Deformación (%)	**3**	ε

Forma rotura:

Deformación unitaria ε (%)	Cargas kp	Tensión corregida kp/cm^2	Tensión corregida kPa
0	0	0,0	0
1	10	0,2	20
2	25	0,6	59
3	30	0,7	69
4	22	0,5	49



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 6,05-6,24
Tipo de muestra: TP

ENSAYOS QUÍMICOS DE SUELOS

	Resultado	Unidades	Norma de Ensayo
Carbonatos (CaCO3)	13,60	%	UNE 103200:1993
Materia Orgánica (permanganato)	0,55	%	UNE 103204:1993 (Err:1993)
Sulfatos Solubles (SO3)	0,04	%	UNE 103201:1996 (Err:2003)
Sulfatos Solubles (SO4)	480,00	mg/kg suelo	UNE 103201:1996 (Err:2003)

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

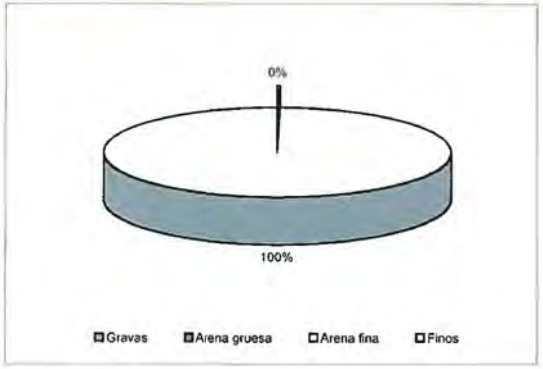
ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

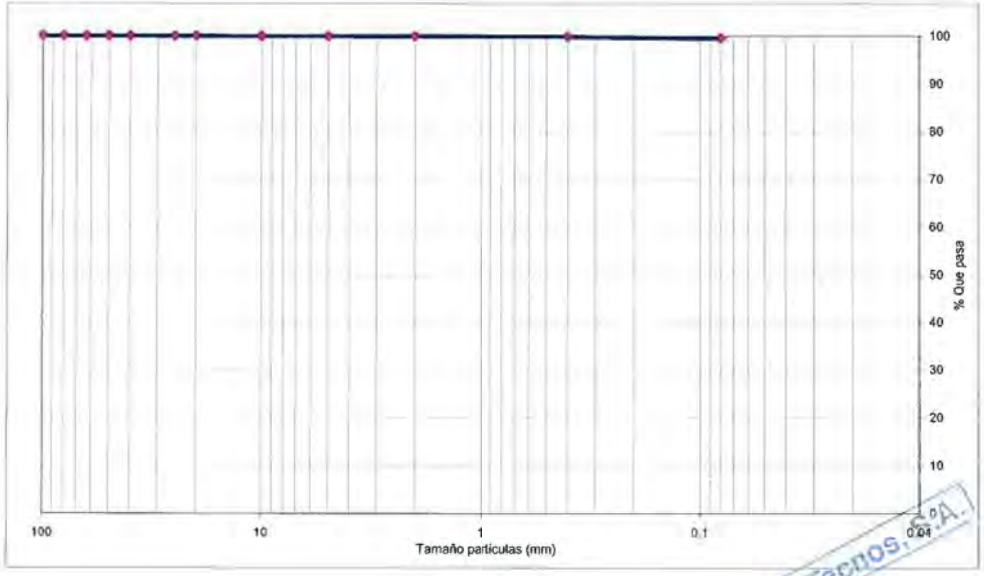
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 9,17-9,40
Tipo de muestra: TP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	100,0
Nº10	2	100,0
Nº40	0,40	99,9
Nº200	0,080	99,6



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

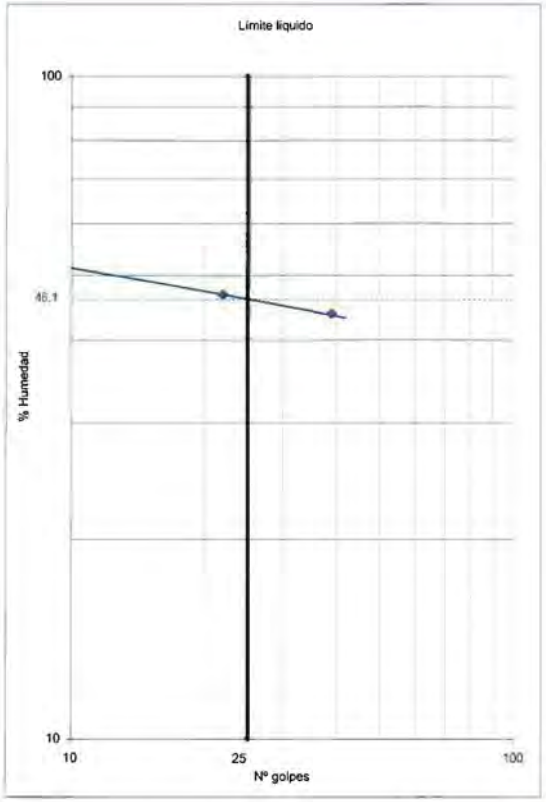
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 9,17-9,40
Tipo de muestra: TP

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**46,1**
Límite plástico	**LP**	**22,0**
Índice de plasticidad	**IP**	**24,1**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

AREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 9,17-9,40
Tipo de muestra: TP

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE S/ UNE 103400:1993

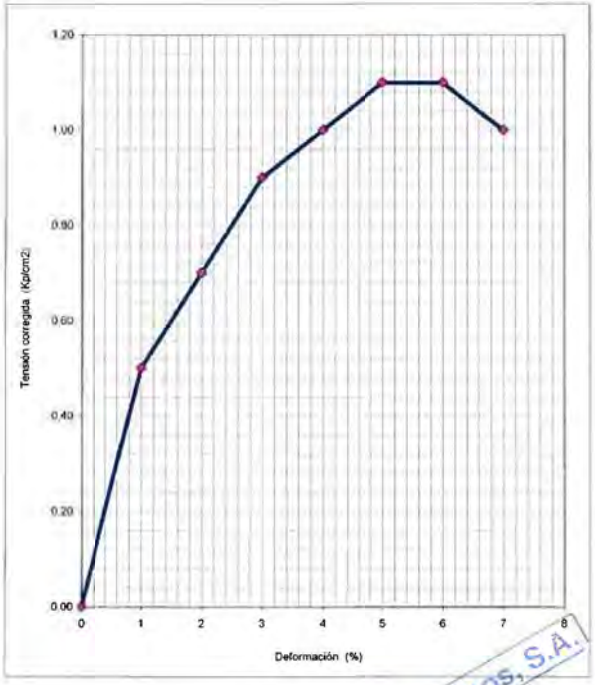
Dimensiones probeta	
Diámetro (cm)	7,4
Lado (cm)	--
Lado (cm)	--
Altura (cm)	15,4
Sección (cm^2) = A	43,5
Volumen (cm^3) = V	669,4

Densidad húmeda (g/cm^3)	2,13	ρ
Densidad seca (g/cm^3)	1,83	ρ_d
Humedad natural (%)	16,5	W

Tensión (kp/cm^2)	**1,1**	q_u
Tensión (kPa)	**108**	q_u
Deformación (%)	**5**	ε

Forma rotura:

Deformación unitaria ε (%)	Cargas kp	Tensión corregida kp/cm^2	Tensión corregida kPa
0	0	0,0	0
1	22	0,5	49
2	32	0,7	69
3	41	0,9	88
4	47	1,0	98
5	51	1,1	108
6	51	1,1	108
7	47	1,0	98



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

AREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 9,17-9,40
Tipo de muestra: TP

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO S/ UNE 103302:1994

Muestra Nº	M1 (g)	M2 (g)	M3 (g)	M4 (g)	Densidad relativa G (g/cm^3)
1	106,350	74,340	84,960	113,060	2,72
2	105,300	74,760	85,330	111,970	2,71
3					

Media	**2,71**

M1: masa picnómetro lleno de agua destilada y enrasado.
M2: masa picnómetro sin cuello y lleno hasta la mitad de agua.
M3: masa picnómetro sin cuello y lleno hasta la mitad de agua + 15 g de suelo.
M4: masa picnómetro con cuello + 15 g suelo + lleno de agua y enrasado.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1., 2., 4. y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
NLE

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

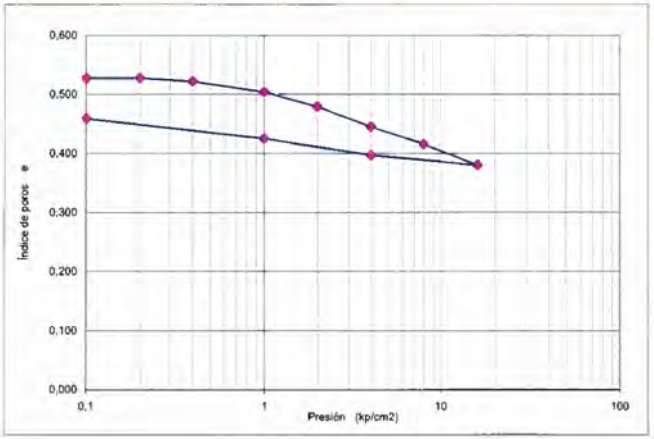
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 9,17-9,40
Tipo de muestra: TP

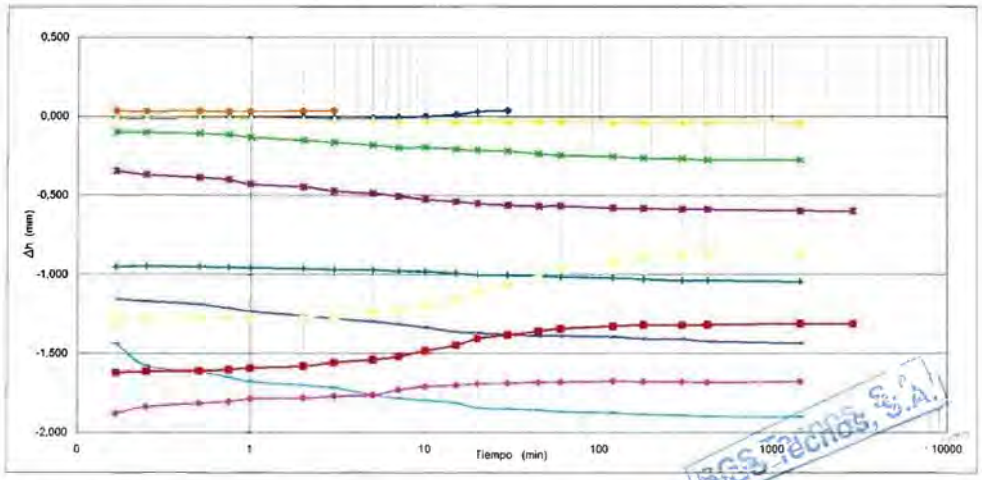
CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO S/ UNE 103405:1994

Humedad inicial (%)	Wo	16,9
Humedad final (%)	Wf	17,8
Dens.part. sólidas (g/cm3)	G	2,71
Den. seca inicial (g/cm3)	ρ_d	1,78
Grado satur. inicial (%)	Sr	87,14
Ind. poros inicial	e_o	0,525
Altura de sólido (cm)	Hs	1,312

Escalón Nº	Carga kp/cm^2	Δh mm	H mm	e
1	0,1	0,035	20,035	0,528
2	0,2	0,034	20,034	0,528
3	0,4	-0,041	19,959	0,522
4	1,0	-0,278	19,722	0,504
5	2,0	-0,601	19,399	0,479
6	4,0		######	#N/A
7	4,0	-1,048	18,952	0,445
8	8,0	-1,436	18,564	0,415
9	16,0	-1,901	18,099	0,380
10	4,0	-1,678	18,322	0,397
11	1,0	-1,312	18,688	0,425
12	0,1	-0,866	19,1	0,459



Índice de compresión	**Cc**	**0,103**
Índice de hinchamiento	**Cs**	**0,067**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1., 2., 4. y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
NLE

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015 — Muestra: S-1
Cliente: TRAGSATEC — Profundidad (m): 9,17-9,40
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA) — Tipo de muestra: TP
Fecha: 20/07/2010

ENSAYOS QUÍMICOS DE SUELOS

	Resultado	Unidades	Norma de Ensayo
Carbonatos (CaCO3)	32,20	%	UNE 103200:1993
Materia Orgánica (permanganato)	0,60	%	UNE 103204:1993 (Err:1993)
Sulfatos Solubles (SO3)	0,06	%	UNE 103201:1996 (Err:2003)
Sulfatos Solubles (SO4)	720,00	mg/kg suelo	UNE 103201:1996 (Err:2003)

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

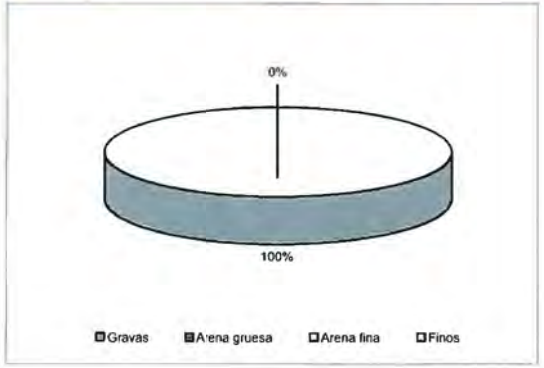
SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

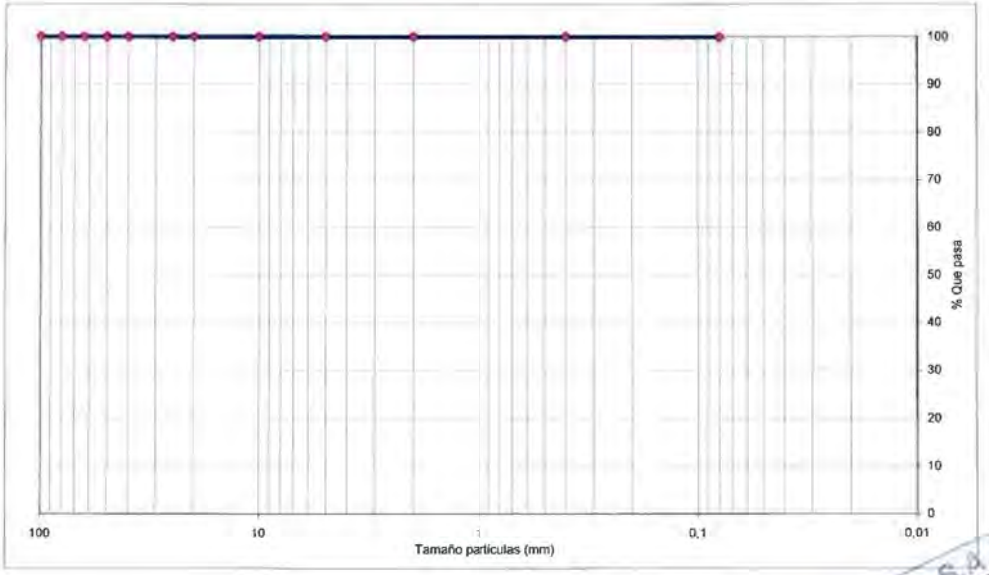
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015 — Muestra: S-1
Cliente: TRAGSATEC — Profundidad (m): 11,24-11,40
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA) — Tipo de muestra: TP
Fecha: 20/07/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	100,0
Nº10	2	100,0
Nº40	0,40	100,0
Nº200	0,080	99,9



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

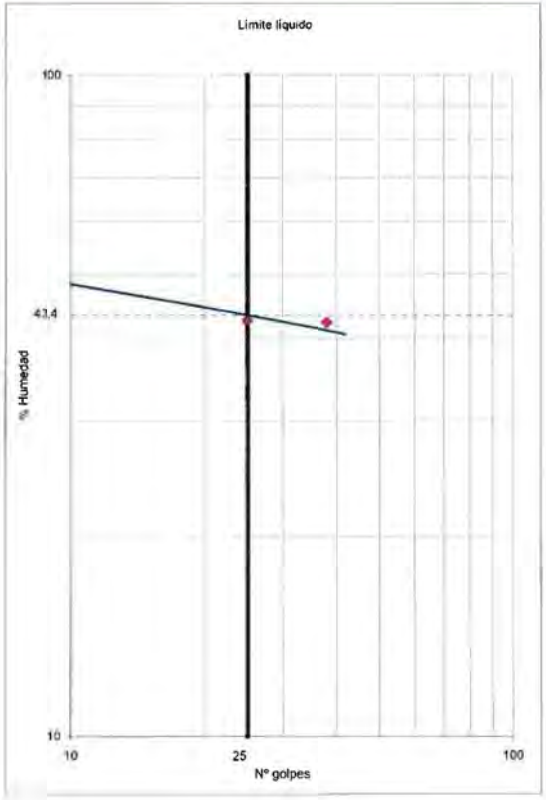
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 11,24-11,40
Tipo de muestra: TP

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	LL	43,4
Límite plástico	LP	22,2
Índice de plasticidad	IP	21,2



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
NLE

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 11,24-11,40
Tipo de muestra: TP

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE S/ UNE 103400:1993

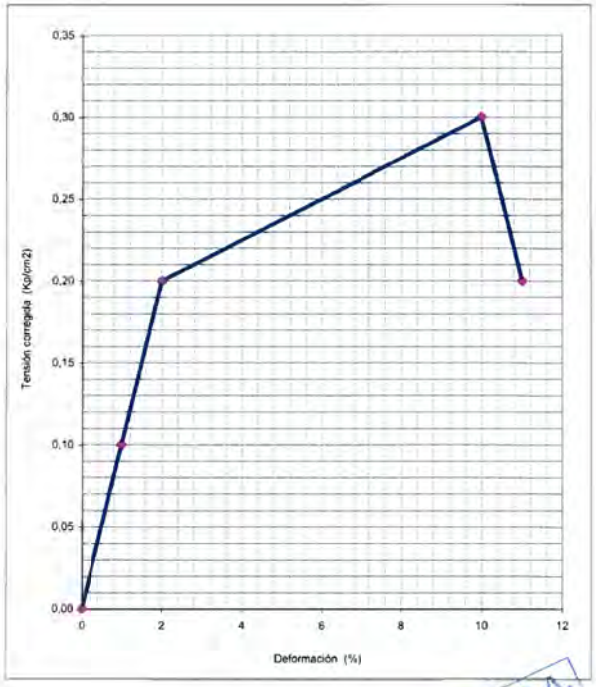
Dimensiones probeta	
Diámetro (cm)	7,4
Lado (cm)	--
Lado (cm)	--
Altura (cm)	11,7
Sección (cm^2) = A	42,8
Volumen (cm^3) = V	498,8

Densidad húmeda (g/cm^3)	2,12	ρ
Densidad seca (g/cm^3)	1,75	ρ_d
Humedad natural (%)	21,5	W

Tensión (kp/cm^2)	**0,3**	q_u
Tensión (kPa)	**29**	q_u
Deformación (%)	**10**	ε

Forma rotura:

Deformación unitaria ε (%)	Cargas kp	Tensión corregida kp/cm^2	Tensión corregida kPa
0	0	0,0	0
1	4	0,1	10
2	7	0,2	20
10	13	0,3	29
11	12	0,2	20



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
NLE

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 91 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-1
Profundidad (m): 11,24-11,40
Tipo de muestra: TP

EXPANSIVIDAD DE UN SUELO EN EL APARATO LAMBE S/ UNE 103600:1996

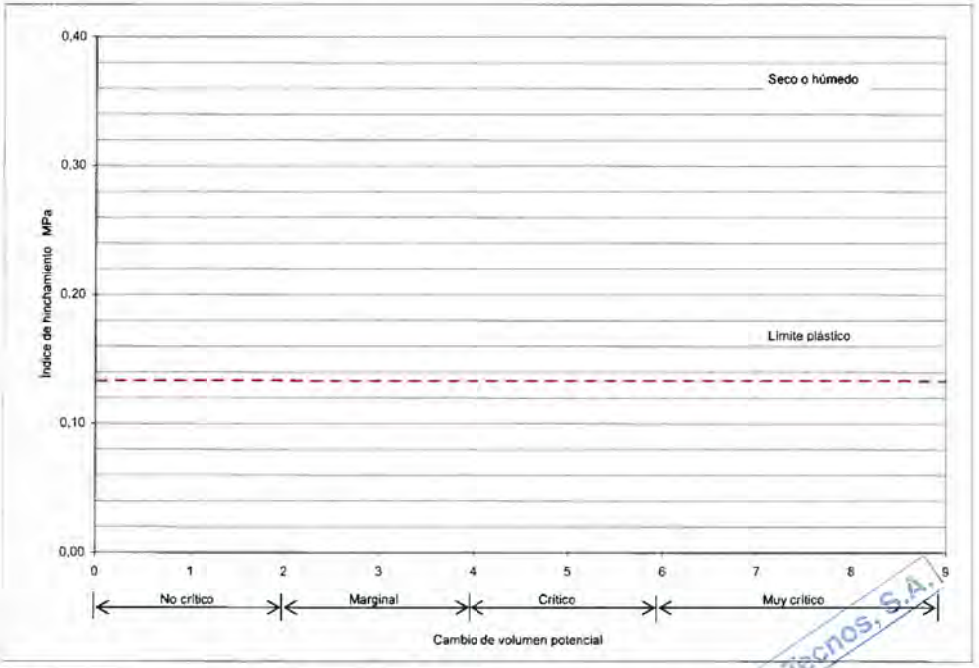
Dimensiones probeta	
Diámetro (mm)	70,0
Altura (mm)	16,0
Sección (mm^2)	3848,5

Estado de humedad	Seco (50% H. relativa)
Número de capas	3
Número golpes/capa	7
Energía compactación	Proctor Normal

Anillo dinamométrico MAIER, modelo 130, serie 10. Constante: 0,001mm =0,867 kp.

Lectura inicial = 5,0 x 10^{-3} mm = 4,3 kp = 42,2 N
Lectura final = 65,0 x 10^{-3} mm = 56,4 kp = 553,3 N

Índice de hinchamiento = 0,13 MPa
Cambio volumen potencial = No crítico



Quedá prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.: 03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 91 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 2,00-2,45
Tipo de muestra: SPT

DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO BALANZA HIDROSTÁTICA S/ UNE 103301:1994

Tara+suelo+agua (g)	t+s+a	64,5
Tara+suelo (g)	t+s	58,9
Tara (g)	t	0,0
Suelo (g)	s	58,9
Agua (g)	a	5,6

Humedad (%)	**W**	**9,5**

Diámetro (cm)	d	3,6
Lado (cm)	l1	-
Lado (cm)	l2	-
Altura (cm)	ho	3,3
Sección (cm^2)	A	10,2
Volumen (cm^3)	V	33,8

Densidad húmeda	**ρ**	**1,91**
Densidad seca	**ρ_d**	**1,74**

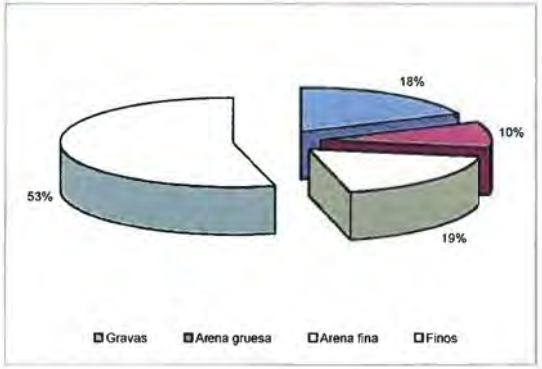
Quedá prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.: 03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

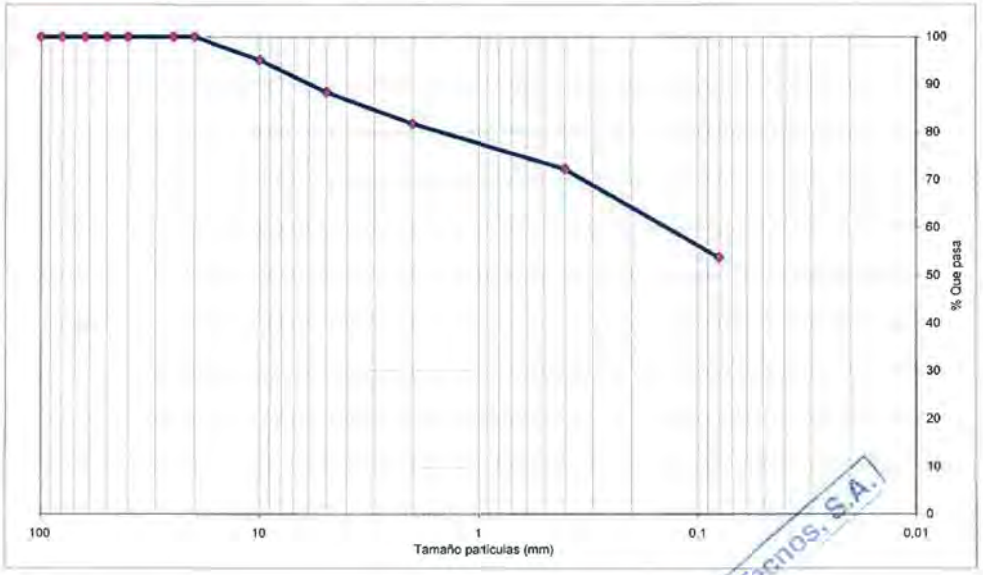
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015 — Muestra: S-2
Cliente: TRAGSATEC — Profundidad (m): 2,00-2,45
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA) — Tipo de muestra: SPT
Fecha: 20/07/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	95,1
Nº4	5	88,4
Nº10	2	81,8
Nº40	0,40	72,3
Nº200	0,080	53,8



SGS Tecnos, S.A.

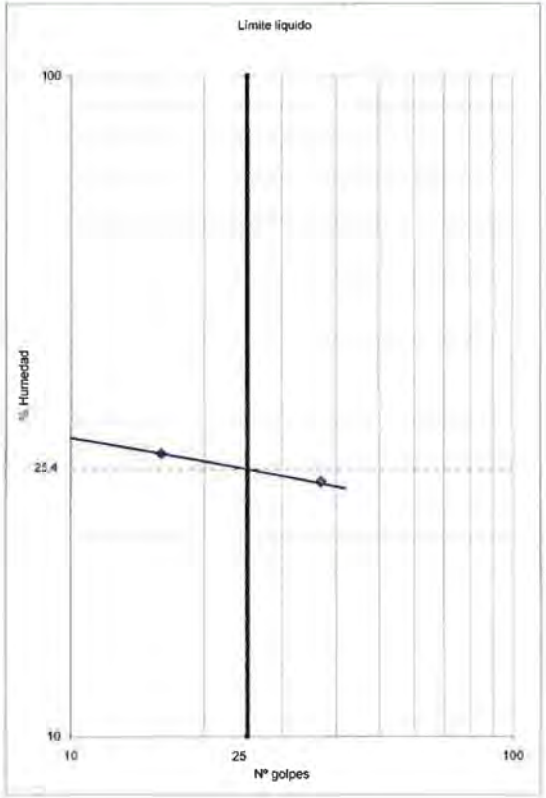
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015 — Muestra: S-2
Cliente: TRAGSATEC — Profundidad (m): 2,00-2,45
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA) — Tipo de muestra: SPT
Fecha: 20/07/2010

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**25,4**
Límite plástico	**LP**	**16,7**
Índice de plasticidad	**IP**	**8,7**



SGS Tecnos, S.A.

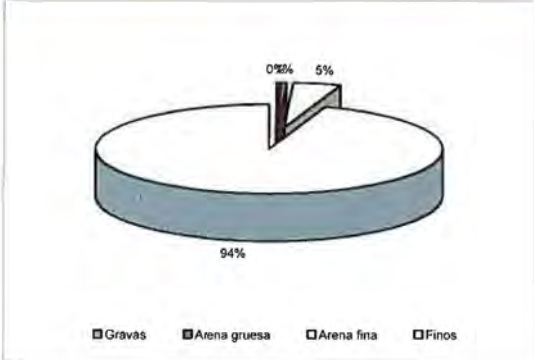
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG. 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, calas de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG. 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG. 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG. 03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG. 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG. 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG. 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG. 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG. 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

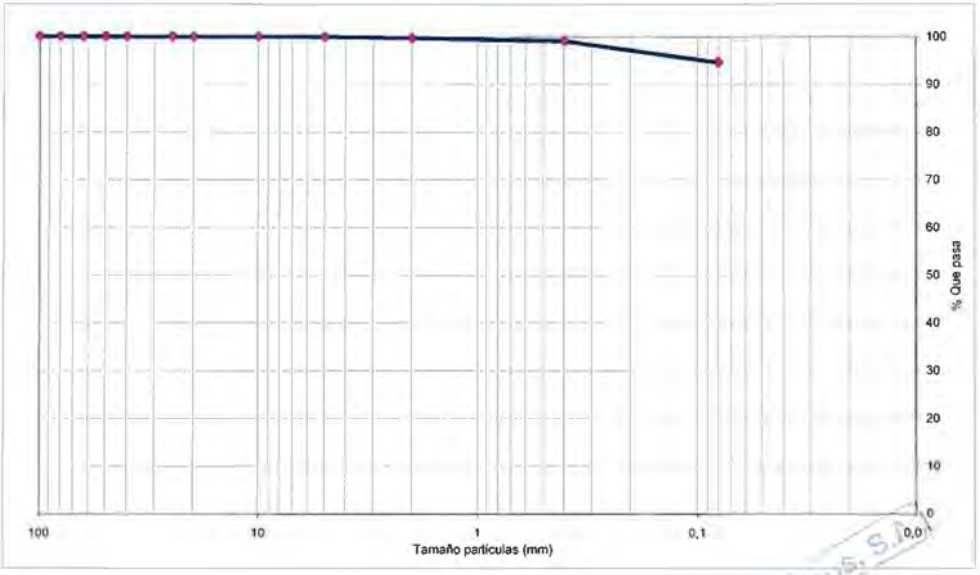
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015 — Muestra: S-2
Cliente: TRAGSATEC — Profundidad (m): 4,00-4,16
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA) — Tipo de muestra: TP
Fecha: 20/07/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	100,0
Nº10	2	99,7
Nº40	0,40	99,1
Nº200	0,080	94,6



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

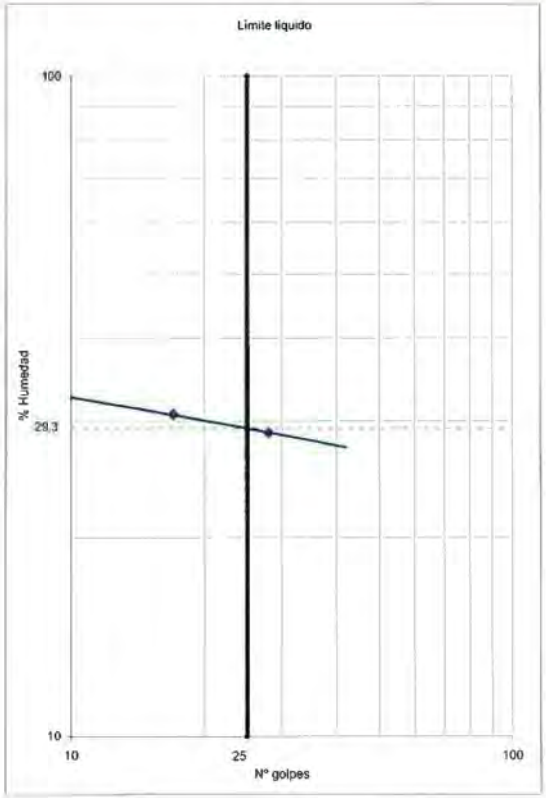
SGS Tecnos, S.A.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015 — Muestra: S-2
Cliente: TRAGSATEC — Profundidad (m): 4,00-4,16
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA) — Tipo de muestra: TP
Fecha: 20/07/2010

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**29,3**
Límite plástico	**LP**	**19,7**
Índice de plasticidad	**IP**	**9,6**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
H.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 4,00-4,16
Tipo de muestra: TP

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE S/ UNE 103400:1993

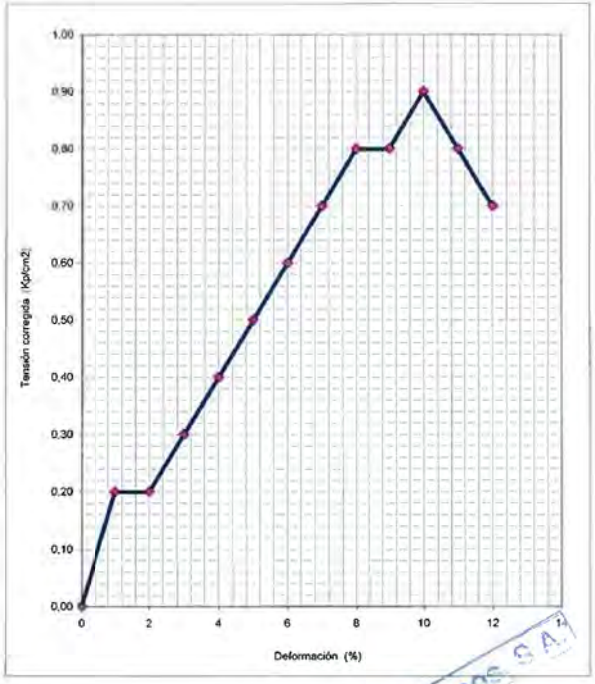
Dimensiones probeta	
Diámetro (cm)	7,3
Lado (cm)	--
Lado (cm)	--
Altura (cm)	14,3
Sección (cm^2) = A	42,0
Volumen (cm^3) = V	598,1

Densidad húmeda (g/cm^3)	2,07	ρ
Densidad seca (g/cm^3)	1,70	ρ_d
Humedad natural (%)	21,6	W

Tensión (kp/cm^2)	**0,9**	q_u
Tensión (kPa)	**88**	q_u
Deformación (%)	**10**	ε

Forma rotura:

Deformación unitaria ε (%)	Cargas kp	Tensión corregida kp/cm^2	Tensión corregida kPa
0	0	0,0	0
1	7	0,2	20
2	10	0,2	20
3	14	0,3	29
4	19	0,4	39
5	23	0,5	49
6	28	0,6	59
7	32	0,7	69
8	36	0,8	78
9	39	0,8	78
10	40	0,9	88
11	37	0,8	78
12	31	0,7	69



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas
SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de control de toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complimentarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
N.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 4,00-4,16
Tipo de muestra: TP

EXPANSIVIDAD DE UN SUELO EN EL APARATO LAMBE S/ UNE 103600:1996

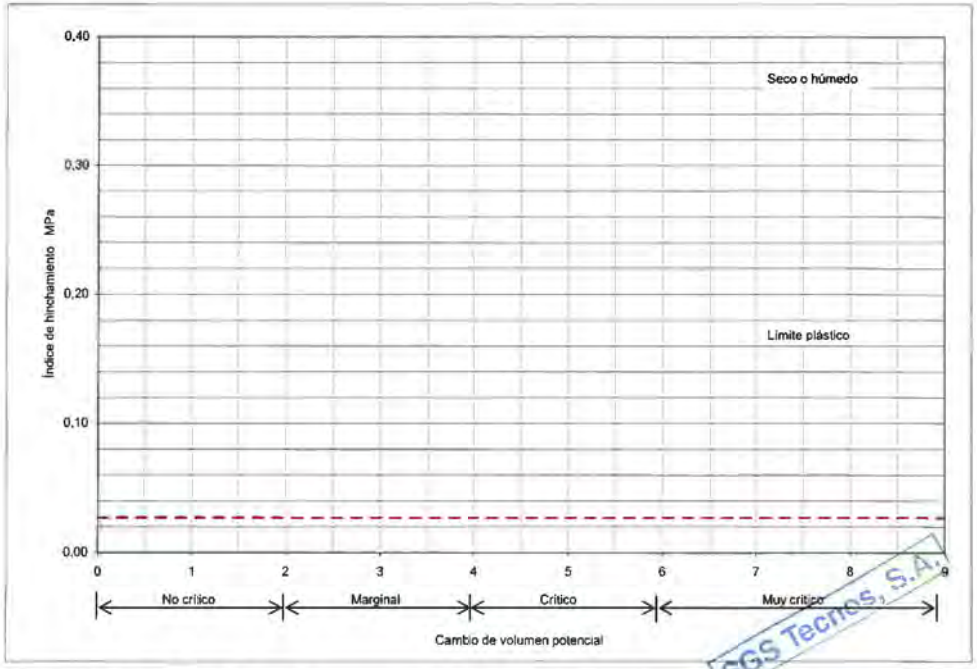
Dimensiones probeta	
Diámetro (mm)	70,0
Altura (mm)	16,0
Sección (mm^2)	3848,5

Estado de humedad	Seco (50% H. relativa)
Número de capas	3
Número golpes/capa	7
Energía compactación	Proctor Normal

Anillo dinamométrico MAIER, modelo 130, serie 10. Constante: 0,001mm =0,333 kp.

Lectura inicial = 5,0 x 10^{-3} mm = 1,7 kp = 16,7 N
Lectura final = 37,0 x 10^{-3} mm = 12,3 kp = 120,7 N

Índice de hinchamiento = 0,03 MPa
Cambio volumen potencial = No crítico



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas
SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de control de toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complimentarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
N.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 5,00-5,45
Tipo de muestra: SPT

DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO BALANZA HIDROSTÁTICA S/ UNE 103301:1994

Tara+suelo+agua (g)	t+s+a	95,2
Tara+suelo (g)	t+s	82,0
Tara (g)	t	0,0
Suelo (g)	s	82,0
Agua (g)	a	13,2

Humedad (%)	**W**	**16,1**

Diámetro (cm)	d	3,6
Lado (cm)	l1	-
Lado (cm)	l2	-
Altura (cm)	ho	4,4
Sección (cm^2)	A	10,2
Volumen (cm^3)	V	44,4

Densidad húmeda	**ρ**	**2,15**
Densidad seca	**$ρ_d$**	**1,85**

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

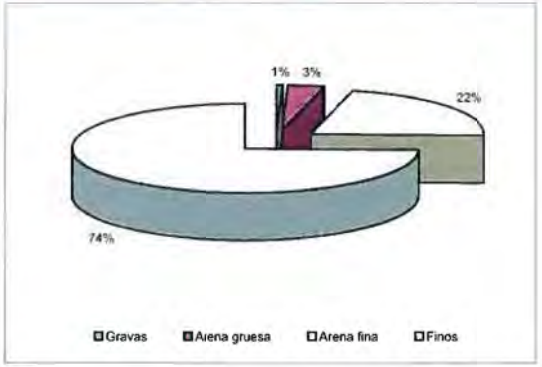
SGS Tecnos, S.A.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

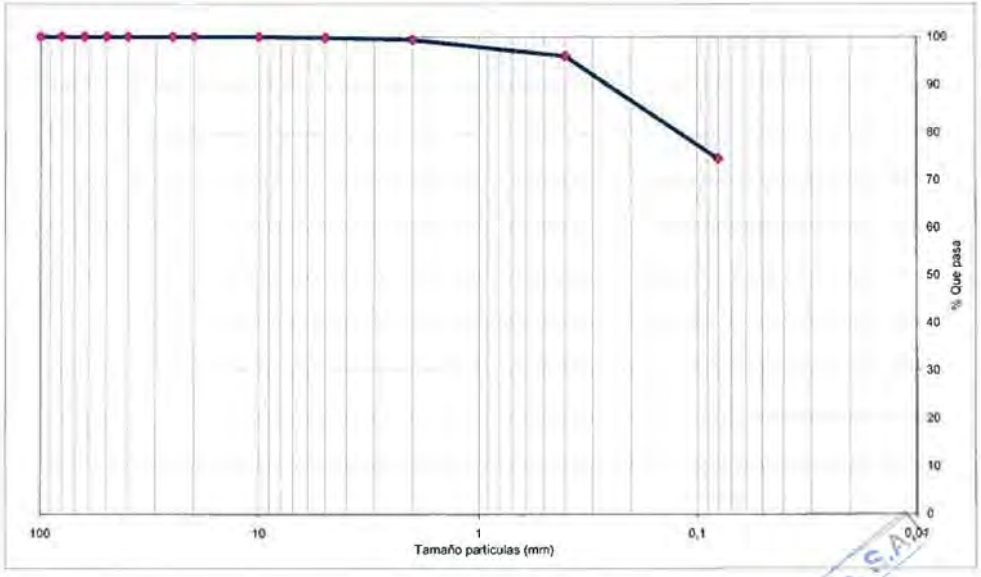
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 5,00-5,45
Tipo de muestra: SPT

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	99,8
Nº10	2	99,4
Nº40	0,40	96,0
Nº200	0,080	74,5



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

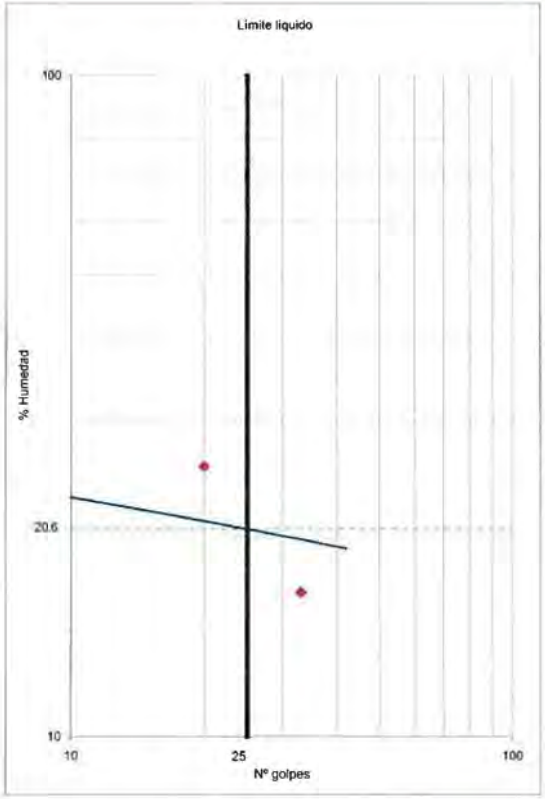
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 5,00-5,45
Tipo de muestra: SPT

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**20,6**
Límite plástico	**LP**	**20,1**
Índice de plasticidad	**IP**	**0,5**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.
SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de control de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 8,00-8,15
Tipo de muestra: SPT

DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO BALANZA HIDROSTÁTICA S/ UNE 103301:1994

Tara+suelo+agua (g)	t+s+a	95,6
Tara+suelo (g)	t+s	84,4
Tara (g)	t	0,0
Suelo (g)	s	84,4
Agua (g)	a	11,2

Humedad (%)	**W**	**13,3**

Diámetro (cm)	d	3,6
Lado (cm)	l1	4,4
Lado (cm)	l2	-
Altura (cm)	ho	4,4
Sección (cm^2)	A	10,2
Volumen (cm^3)	V	44,4

Densidad húmeda	ρ	**2,15**
Densidad seca	ρ_d	**1,90**

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.
SGS Tecnos, S.A.

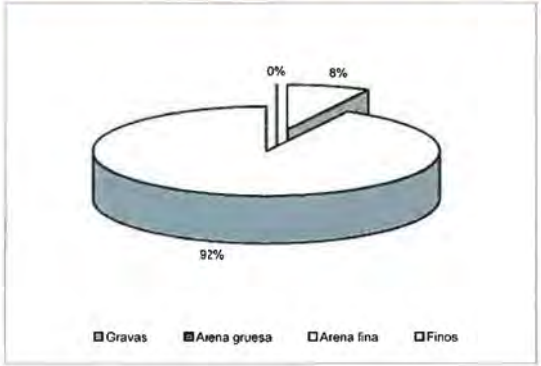
ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de control de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

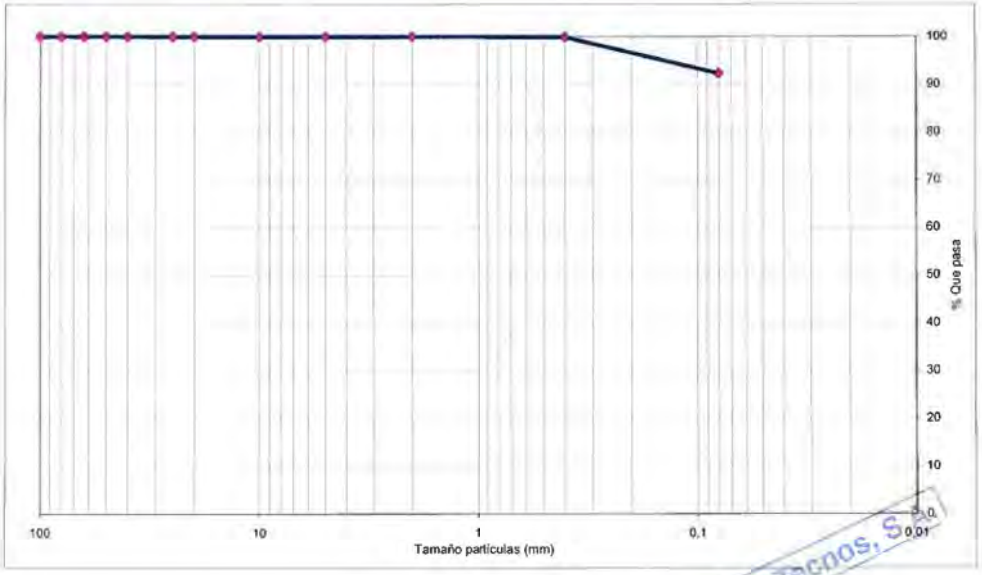
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 8,00-8,15
Tipo de muestra: SPT

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	100,0
Nº10	2	100,0
Nº40	0,40	99,9
Nº200	0,080	92,3



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

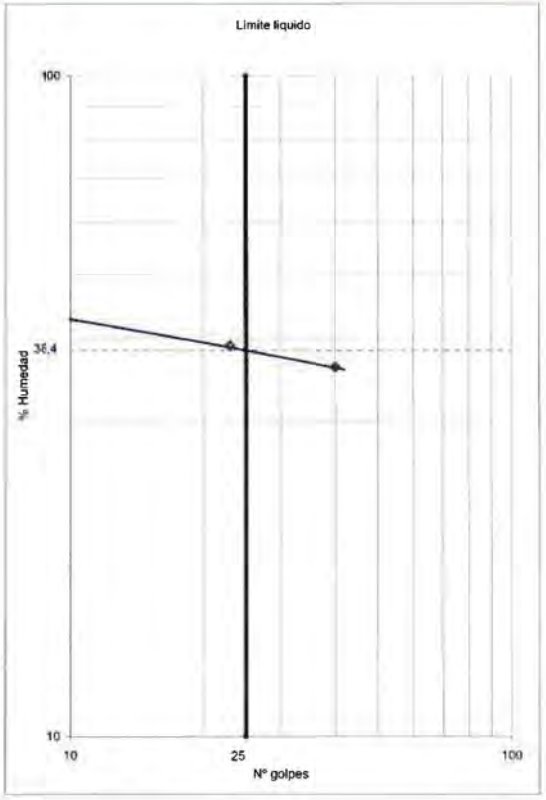
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: S-2
Profundidad (m): 8,00-8,15
Tipo de muestra: SPT

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**38,4**
Límite plástico	**LP**	**19,4**
Índice de plasticidad	**IP**	**19,0**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

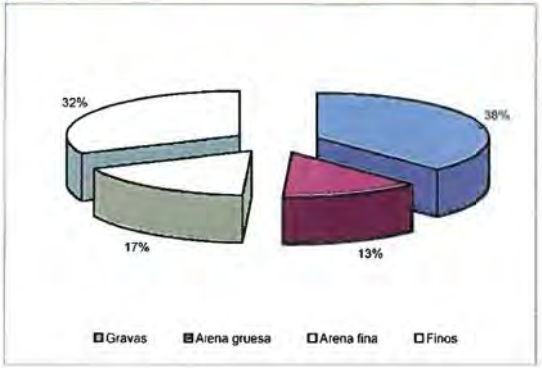
ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

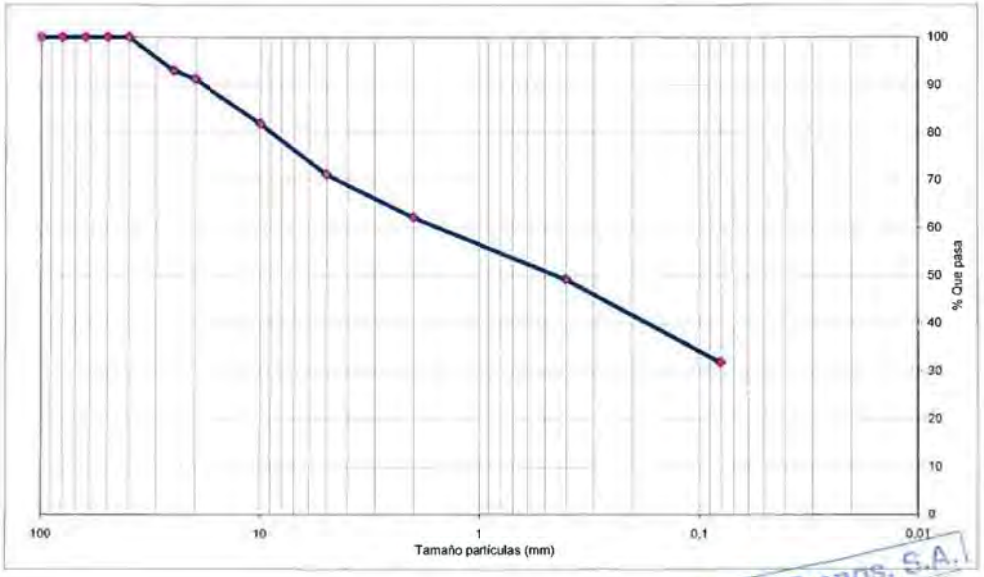
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-2
Profundidad (m): 0,70-2,00
Tipo de muestra: MA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	93,0
3/4	20	91,2
3/8	10	81,9
Nº4	5	71,2
Nº10	2	62,2
Nº40	0,40	49,2
Nº200	0,080	31,8



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG. 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG. 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG. 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG. 03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG. 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG. 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG. 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG. 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG. 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG. 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG. 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

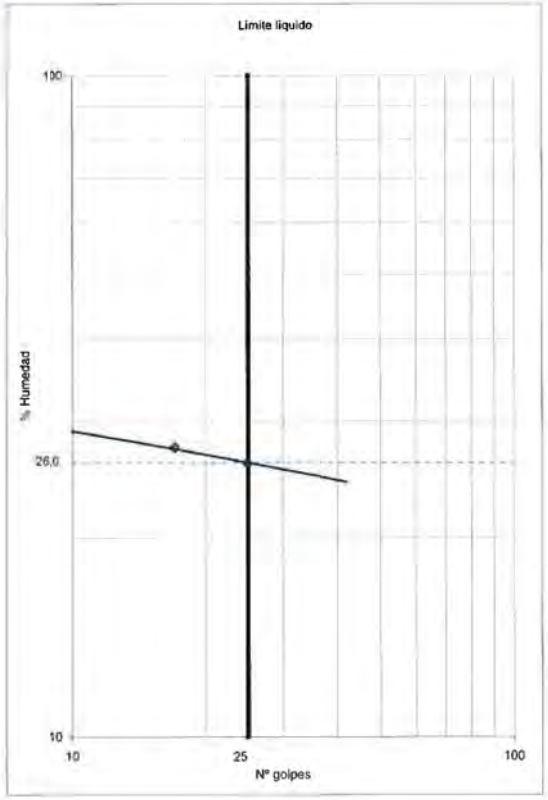
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-2
Profundidad (m): 0,70-2,00
Tipo de muestra: MA

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**26,0**
Límite plástico	**LP**	**18,3**
Índice de plasticidad	**IP**	**7,7**



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG. 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales, ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG. 03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG. 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG. 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG. 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-2
Profundidad (m): 0,70-2,00
Tipo de muestra: MA

COMPACTACIÓN: PROCTOR NORMAL S/ UNE 103500:1994, PROCTOR MODIFICADO S/ UNE 103501:1994

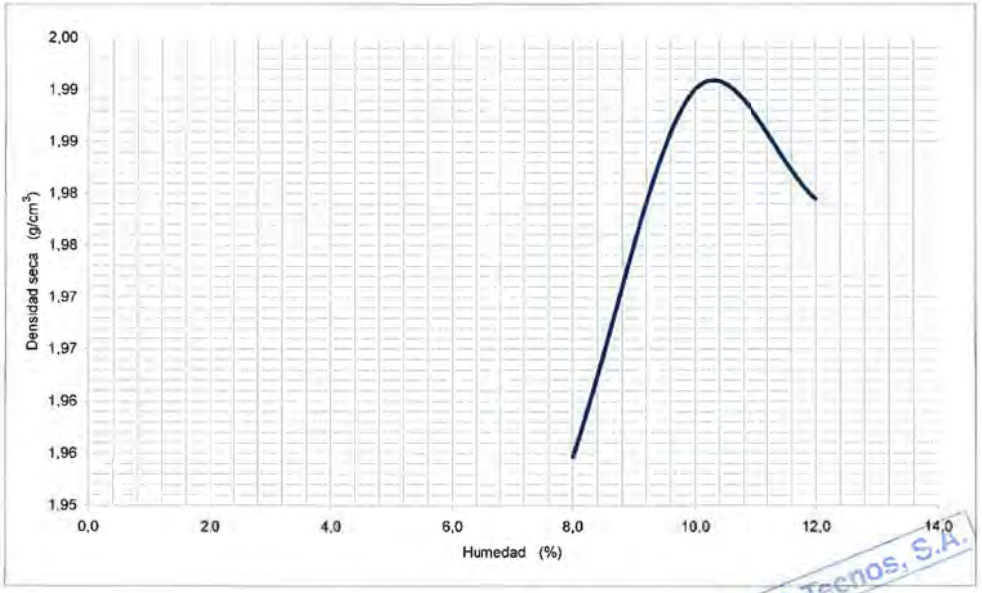
Tipo de ensayo: **Proctor Normal s/ UNE 103500:1995**

Características del ensayo:

Energía compactación (J/cm³)	0,583
Volumen molde (cm³)	1000
Masa maza (kg)	2,5 ± 0,01
Altura de caida (cm)	305 ± 2
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Material utilizado: Pasa por tamiz 20 mm UNE 7050

Densidad máxima (g/cm³)	**1,99**
Humedad óptima (%)	**10,0**



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas

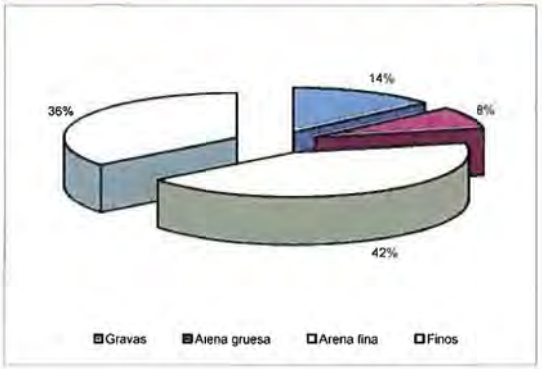
ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón: sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
N.I.E.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

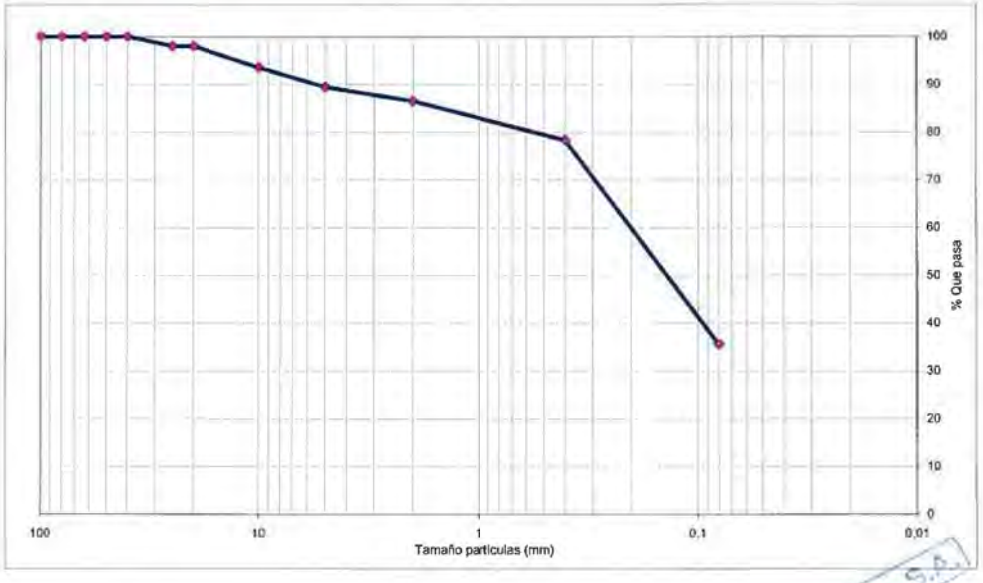
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-2
Profundidad (m): 2,00-3,30
Tipo de muestra: MA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	98,0
3/4	20	98,0
3/8	10	93,5
Nº4	5	89,4
Nº10	2	86,5
Nº40	0,40	78,3
Nº200	0,080	35,6



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas

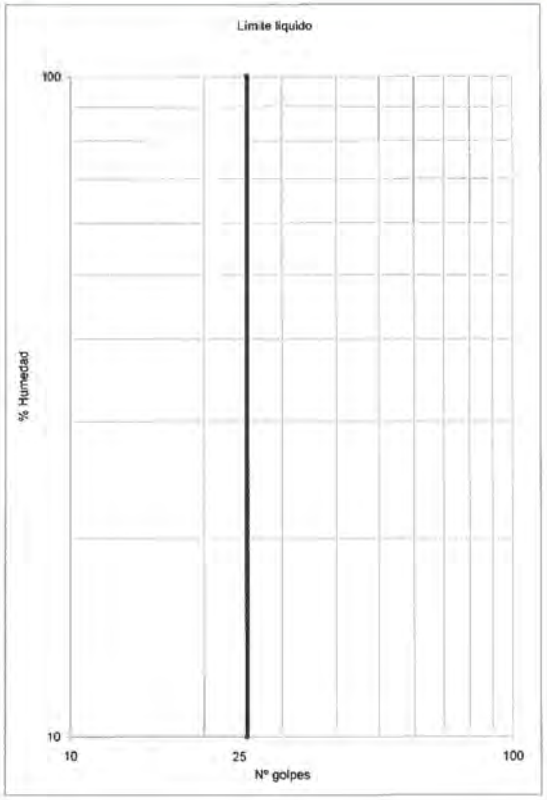
ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
N.I.E.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel: 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: C-2
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 2,00-3,30
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: MA
Fecha: 20/07/2010	

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**N.P.**
Límite plástico	**LP**	**N.P.**
Índice de plasticidad	**IP**	**N.P.**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel: 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: C-2
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 2,00-3,30
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: MA
Fecha: 20/07/2010	

COMPACTACIÓN: PROCTOR NORMAL S/ UNE 103500:1994, PROCTOR MODIFICADO S/ UNE 103501:1994

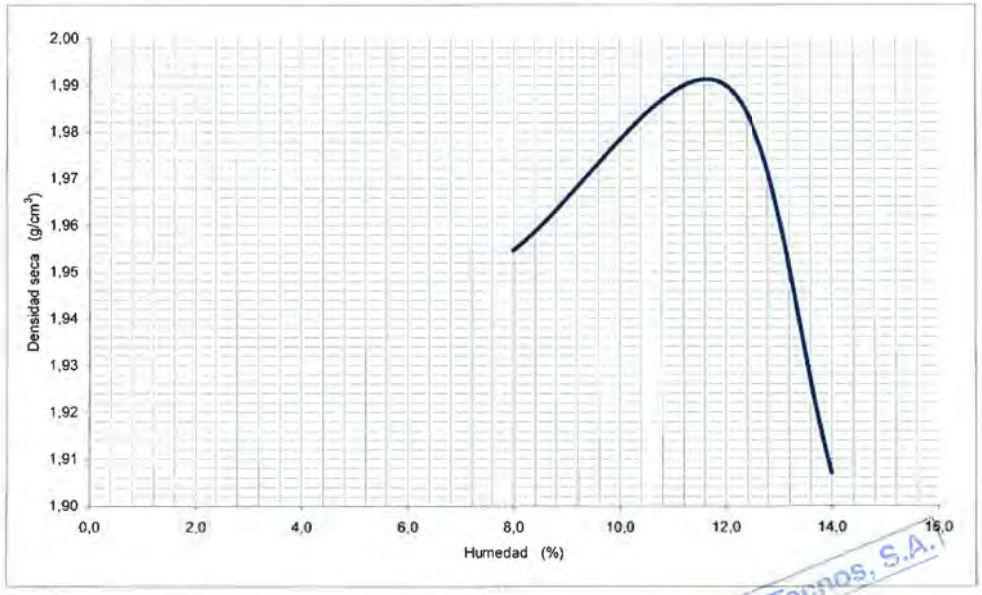
Tipo de ensayo: **Proctor Normal s/ UNE 103500:1995**

Características del ensayo:

Energía compactación (J/cm^3)	0,583
Volumen molde (cm^3)	1000
Masa maza (kg)	2,5 ± 0,01
Altura de caída (cm)	305 ± 2
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Material utilizado: Pasa por tamiz 20 mm UNE 7050

Densidad máxima (g/cm^3)	**1,99**
Humedad óptima (%)	**12,0**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-2
Profundidad (m): 2,00-3,30
Tipo de muestra: MA

ENSAYOS QUÍMICOS DE SUELOS

	Resultado	Unidades	Norma de Ensayo
Carbonatos (CaCO3)	21,45	%	UNE 103200:1993
Materia Orgánica (permanganato)	0,52	%	UNE 103204:1993 (Err:1993)
Sulfatos Solubles (SO3)	0,11	%	UNE 103201:1996 (Err:2003)
Sulfatos Solubles (SO4)	1320,00	mg/kg suelo	UNE 103201:1996 (Err:2003)

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

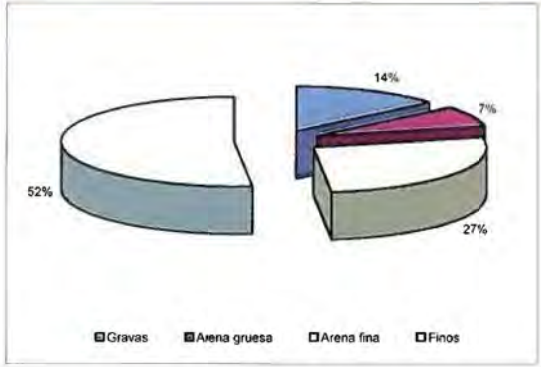
ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

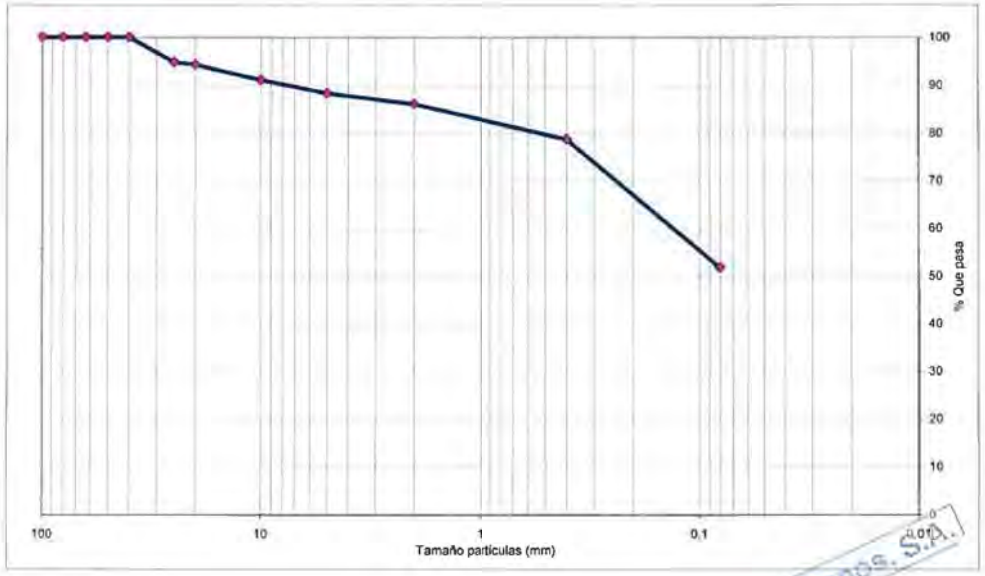
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-3
Profundidad (m): 0,40-3,30
Tipo de muestra: MA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	94,8
3/4	20	94,3
3/8	10	91,1
Nº4	5	88,3
Nº10	2	86,0
Nº40	0,40	78,7
Nº200	0,080	51,8



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

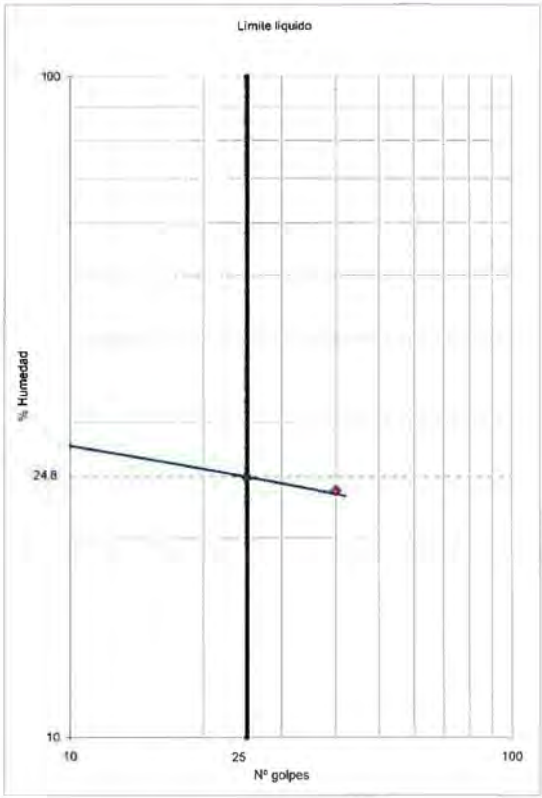
ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: C-3
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 0,40-3,30
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: MA
Fecha: 20/07/2010	

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**24,8**
Límite plástico	**LP**	**19,2**
Índice de plasticidad	**IP**	**5,6**



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
M.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: C-3
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 0,40-3,30
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: MA
Fecha: 20/07/2010	

COMPACTACIÓN: PROCTOR NORMAL S/ UNE 103500:1994, PROCTOR MODIFICADO S/ UNE 103501:1994

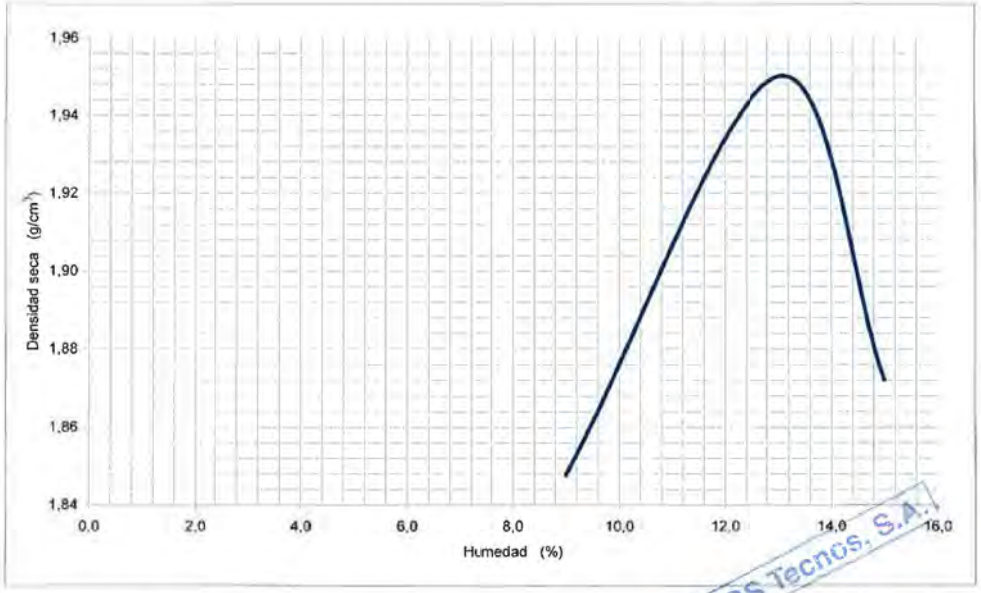
Tipo de ensayo: **Proctor Normal s/ UNE 103500:1995**

Características del ensayo:

Energía compactación (J/cm^3)	0,583
Volumen molde (cm^3)	1000
Masa maza (kg)	2,5 ± 0,01
Altura de caída (cm)	305 ± 2
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Material utilizado: Pasa por tamiz 20 mm UNE 7050

Densidad máxima (g/cm^3)	**1,95**
Humedad óptima (%)	**13,0**



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
M.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-3
Profundidad (m): 0,40-3,30
Tipo de muestra: MA

ENSAYOS QUÍMICOS DE SUELOS

	Resultado	Unidades	Norma de Ensayo
Carbonatos (CaCO3)	19,78	%	UNE 103200:1993
Materia Orgánica (permanganato)	0,51	%	UNE 103204:1993 (Err:1993)
Sulfatos Solubles (SO3)	0,15	%	UNE 103201:1996 (Err:2003)
Sulfatos Solubles (SO4)	1800,00	mg/kg suelo	UNE 103201:1996 (Err:2003)

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

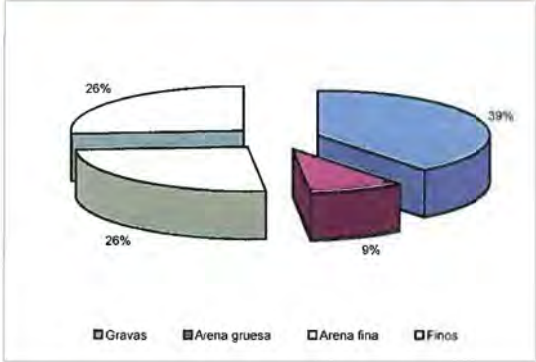
ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

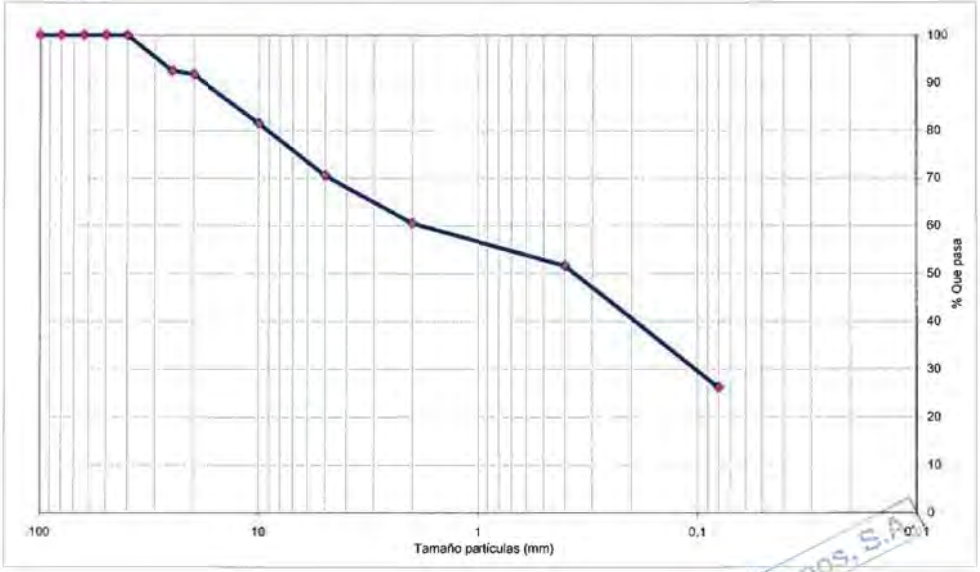
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-4
Profundidad (m): 0,70-4,10
Tipo de muestra: MA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	92,5
3/4	20	91,8
3/8	10	81,5
Nº4	5	70,5
Nº10	2	60,5
Nº40	0,40	51,7
Nº200	0,080	26,2



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

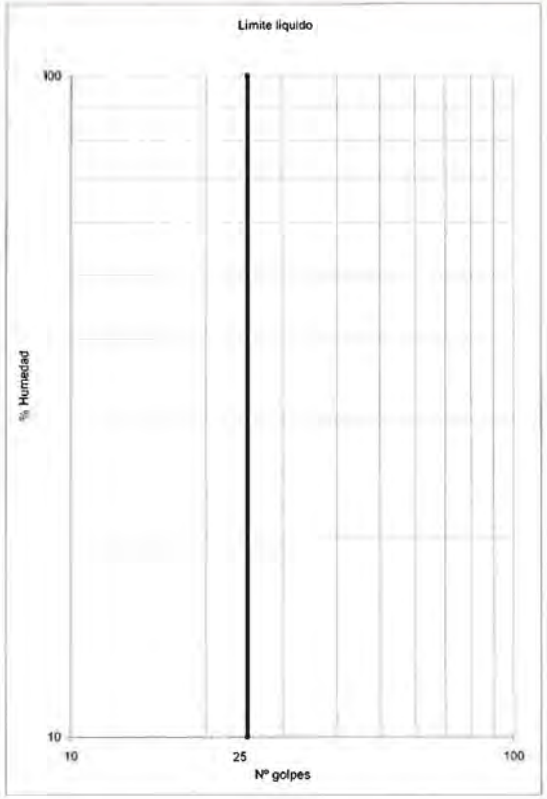
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-4
Profundidad (m): 0,70-4,10
Tipo de muestra: MA

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**N.P.**
Límite plástico	**LP**	**N.P.**
Índice de plasticidad	**IP**	**N.P.**



Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-4
Profundidad (m): 0,70-4,10
Tipo de muestra: MA

ENSAYOS QUÍMICOS DE SUELOS

	Resultado	Unidades	Norma de Ensayo
Carbonatos (CaCO3)	17,30	%	UNE 103200:1993
Materia Orgánica (permanganato)	0,32	%	UNE 103204:1993 (Err:1993)
Sulfatos Solubles (SO3)	0,06	%	UNE 103201:1996 (Err:2003)
Sulfatos Solubles (SO4)	720,00	mg/kg suelo	UNE 103201:1996 (Err:2003)

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

SGS Tecnos, S.A.

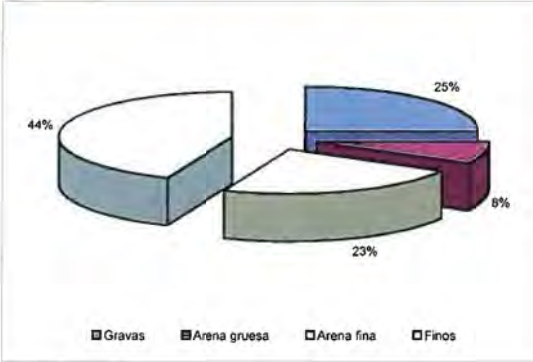
ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
NLE

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

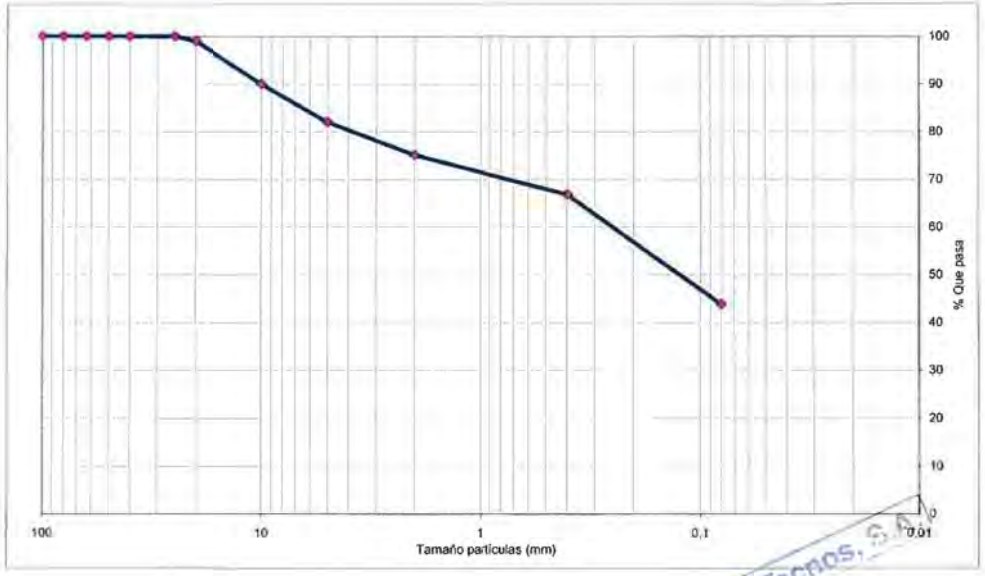
Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-5
Profundidad (m): 2,60-4,00
Tipo de muestra: MA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	99,0
3/8	10	89,9
Nº4	5	82,0
Nº10	2	75,1
Nº40	0,40	66,9
Nº200	0,080	43,9



SGS Tecnos, S.A.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

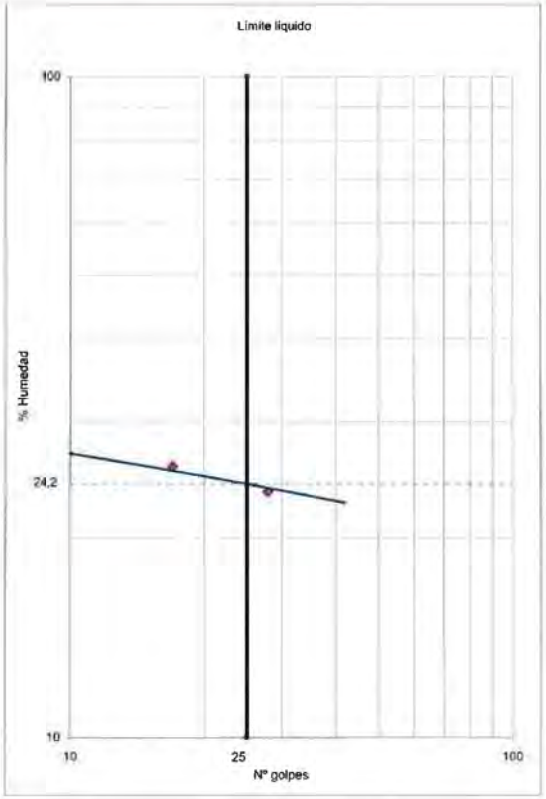
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-5
Profundidad (m): 2,60-4,00
Tipo de muestra: MA

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	LL	24,2
Límite plástico	LP	15,8
Índice de plasticidad	IP	8,4



SGS Tecnos, S.A.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-5
Profundidad (m): 2,60-4,00
Tipo de muestra: MA

COMPACTACIÓN: PROCTOR NORMAL S/ UNE 103500:1994, PROCTOR MODIFICADO S/ UNE 103501:1994

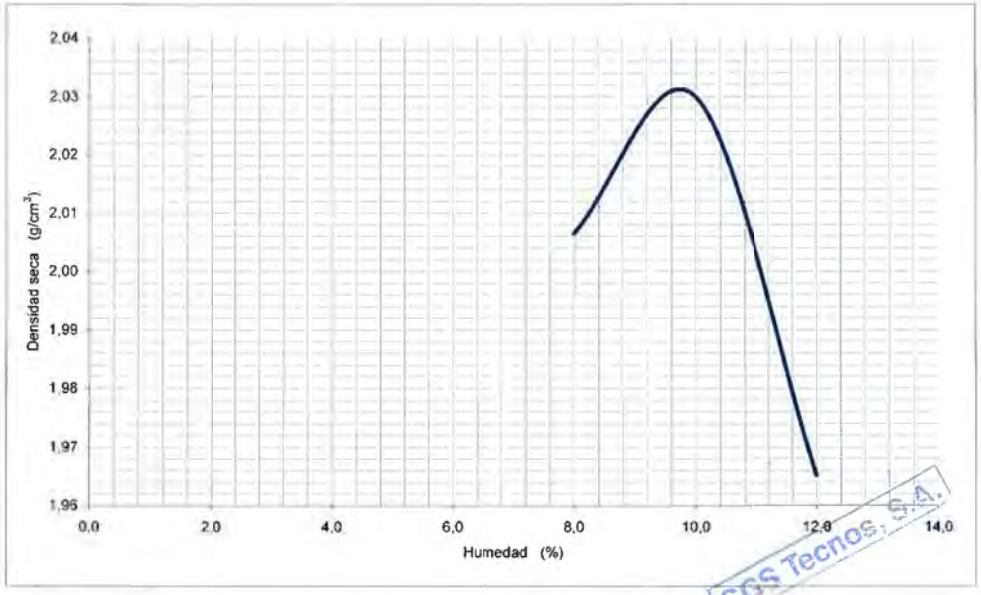
Tipo de ensayo: **Proctor Normal s/ UNE 103500:1995**

Características del ensayo:

Energía compactación (J/cm³)	0,583
Volumen molde (cm³)	1000
Masa maza (kg)	2,5 ± 0,01
Altura de caída (cm)	305 ± 2
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Material utilizado: Pasa por tamiz 20 mm UNE 7050

Densidad máxima (g/cm³)	**2,03**
Humedad óptima (%)	**10,0**



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

N.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (Bº Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015
Cliente: TRAGSATEC
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)
Fecha: 20/07/2010

Muestra: C-5
Profundidad (m): 2,60-4,00
Tipo de muestra: MA

ENSAYOS QUÍMICOS DE SUELOS

	Resultado	Unidades	Norma de Ensayo
Carbonatos (CaCO3)	20,13	%	UNE 103200:1993
Materia Orgánica (permanganato)	0,41	%	UNE 103204:1993 (Err:1993)
Sulfatos Solubles (SO3)	0,08	%	UNE 103201:1996 (Err:2003)
Sulfatos Solubles (SO4)	960,00	mg/kg suelo	UNE 103201:1996 (Err:2003)

SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

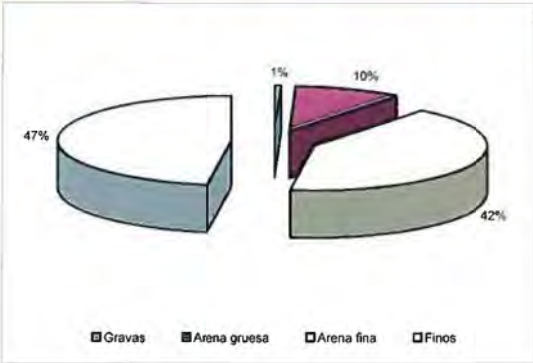
ÁREAS DE ACREDITACIÓN: EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

N.L.E

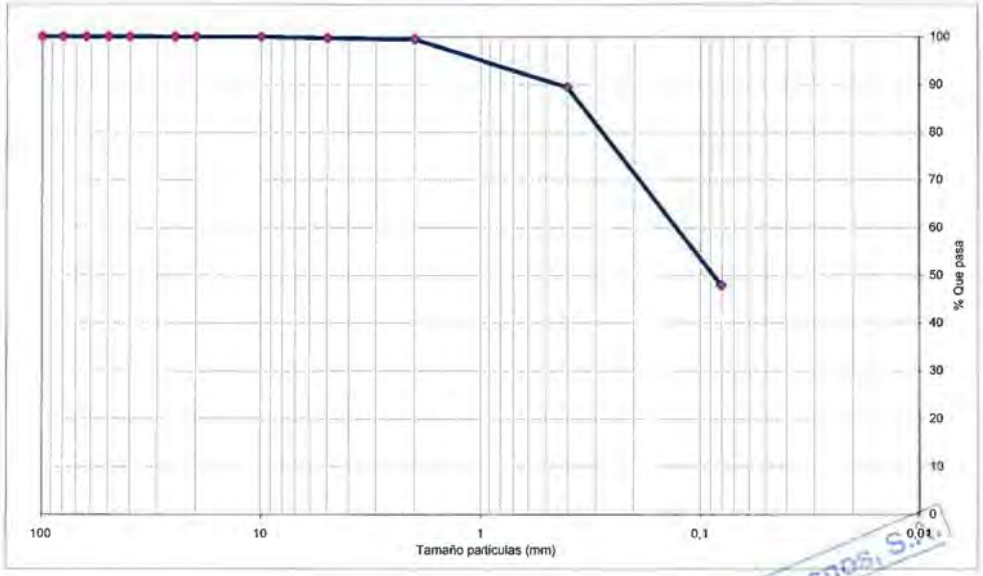
SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: C-6
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 2,30-3,10
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: MA
Fecha: 20/07/2010	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO S/ UNE 103101:1995



Tamices ASTM	Tamices UNE 7050-2 (mm)	Pasa en muestra total (%)
4	100	100,0
3	80	100,0
2,5	63	100,0
2	50	100,0
1,5	40	100,0
1	25	100,0
3/4	20	100,0
3/8	10	100,0
Nº4	5	99,7
Nº10	2	99,5
Nº40	0,40	89,5
Nº200	0,080	47,9



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

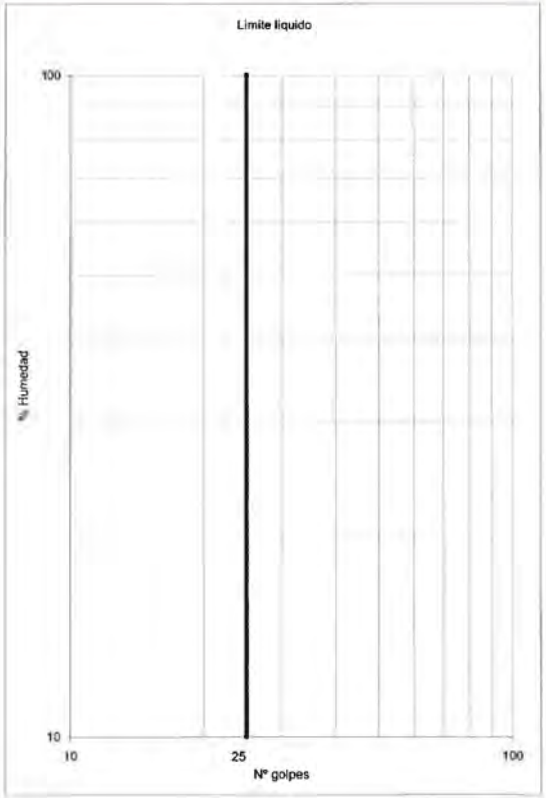
ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
H.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: C-6
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 2,30-3,10
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: MA
Fecha: 20/07/2010	

LÍMITES DE ATTERBERG: LÍMITE LÍQUIDO S/ UNE 103103:1994 Y LÍMITE PLÁSTICO S/ UNE 103104:1993

Límite líquido	**LL**	**N.P.**
Límite plástico	**LP**	**N.P.**
Índice de plasticidad	**IP**	**N.P.**



SGS Tecnos, S.A.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.
H.L.E

SGS TECNOS, S.A
LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID S/R.D.1230/89
Áreas EHA, GTC, GTL, VSG, EAP, EAS, AFC, ACC, ACH, APC, APH, AMC
C/ Trespaderne, 29 - Edificio Barajas 1 (8ª Aeropuerto)
28042 MADRID
Tel. 91 3138207 - Fax 9 1 3138145

Nº Trabajo:T-2015	Muestra: C-6
Cliente: TRAGSATEC	Profundidad (m): 2,30-3,10
Obra: BALSA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA, ESPLÚS (HUESCA)	Tipo de muestra: MA
Fecha: 20/07/2010	

COMPACTACIÓN: PROCTOR NORMAL S/ UNE 103500:1994, PROCTOR MODIFICADO S/ UNE 103501:1994

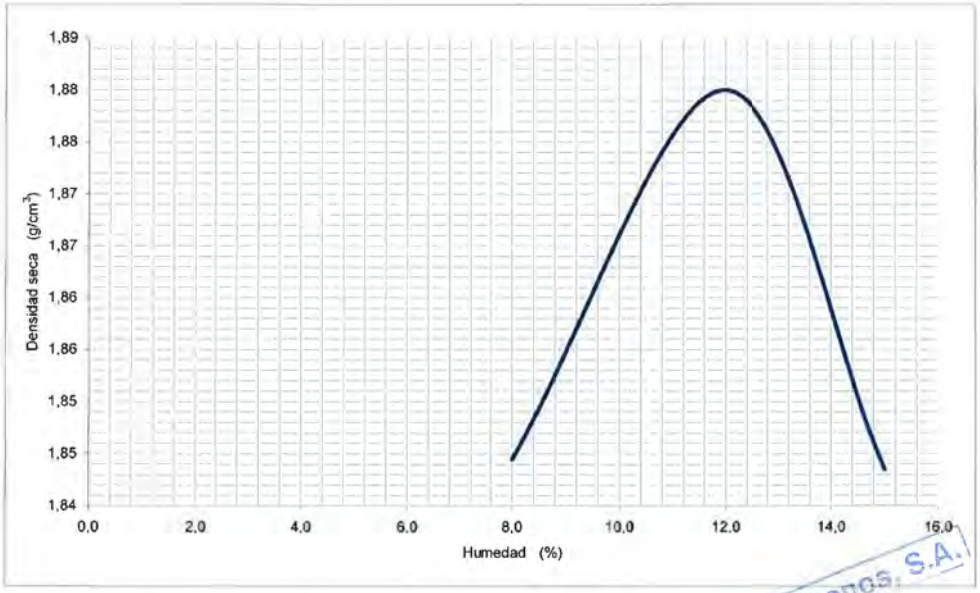
Tipo de ensayo: **Proctor Normal s/ UNE 103500:1995**

Características del ensayo:

Energía compactación (J/cm^3)	0,583
Volumen molde (cm^3)	1000
Masa maza (kg)	2,5 ± 0,01
Altura de caída (cm)	305 ± 2
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Material utilizado: Pasa por tamiz 20 mm UNE 7050

Densidad máxima (g/cm^3)	**1,88**
Humedad óptima (%)	**12,0**



SGS Tecnos, S.A.

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas.
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización.

ÁREAS DE ACREDITACIÓN. EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero: ensayos básicos y complementarios 1, 2, 4 y 5. REG.: 03302EHA09. GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. REG.: 03303GTC09. GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia: ensayos básicos y complementarios 1. REG.: 03304GTL09. VSG: Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales: ensayos básicos y complementarios 1 y 2. REG.:03305VGS09. EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03306EAP09. EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero: ensayos básicos y complementarios. REG.: 03307EAS09. AFC: Área de materiales de albañilería, control de los materiales de fábricas de piezas de albañilería. REG.: 03308AFC09. AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. REG.: 03309AFH09. ACC: Área de control de los materiales de cubiertas cerámicas. REG.: 03310ACC09. ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. REG.: 03311ACH09. APC: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. REG.: 03312APC09. APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. REG.: 03313APH09. AMC: Área de control de morteros para albañilería. REG.: 03314AMC09. Resolución de 21/10/09.

NLE

CENTRO DE INVESTIGACION
Parque Empresarial Barajas Park
C/ San Severo, 18 –28042 Madrid
Tls.: (91)3291737//2127
Fax: (91) 329 28 66

CENTRO DE INVESTIGACIÓN ELPIDIO SANCHEZ MARCOS
CIESM

LABORATORIO DE MATERIALES Y GEOTECNIA
Parque Empresarial Barajas Park
C/ San Severo, 30 –28042 Madrid
Tls.: (91)2337699
Fax: (91) 2337698

CIESM,S.A. Reg. Merc. de Madrid, 14 de febrero de 1991. Tomo 764 General, Folio 1, M-11054, Insc.1ª- CIF A-79837597

PIN HOLE

DESTINATARIO: **SGS**

FECHA: Madrid, 21 de julio de 2010

INFORME DE ENSAYO Nº: 0710/076

Acreditado por la Comunidad autónoma de Madrid en fecha 24 de marzo de 2006.

NRG.03074/SE 92; NRG.03075/SV 92; NRG.03097/HC 93; NRG.03135/ST 97; Área de Control de Hormigón 03196EHA 06; Área de Ensayos de Geotecnia 03197 GT 06; Área de Sondeos 03198 GTC 06; Área de Viales 03199 VSG 06; Área de Control de Soldaduras 03200 EAS 06; Área de Control de Materiales de Fábricas de piezas de Hormigón 03201 AFM 06.

Peticionario:	*SGS TECNOS, S.A.*
Dirección:	*C/ Trespaderne, 29*
Tlfno:	*91 313 84 42 - 661 419 324*
Fax:	*91 313 81 44*
Obra:	
Fecha de recepción:	

MATERIAL A ENSAYAR

N/R	S/R
10/01329	T-2015-C5 (2.60-4.00)
10/01330	T-2015-C6 (2.30-3.10)

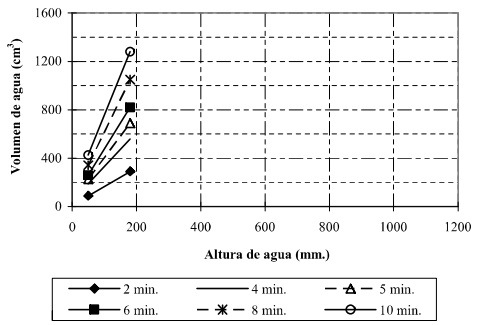
Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras referenciadas.
Este informe no podrá ser reproducido de forma parcial sin la aprobación por escrito del C.I.E.S.M.
Para cualquier observación referente al presente informe diríjase a la Dirección de Calidad del C.I.E.S.M.

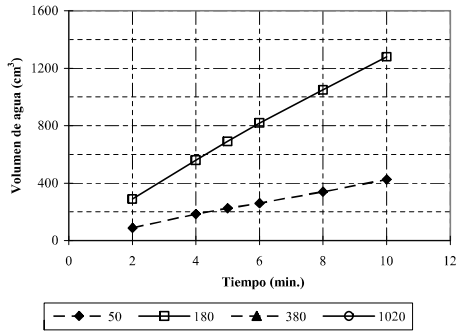
ENSAYOS SOLICITADOS

NORMA	TITULO
NLT-207	Dispersabilidad por tubificación (Pin Hole)

ENSAYOS SOLICITADOS	DISPERSABILIDAD POR TUBIFICACION (NLT-207)

S/ref.: T-2015 C-5 (2,60-4,00)





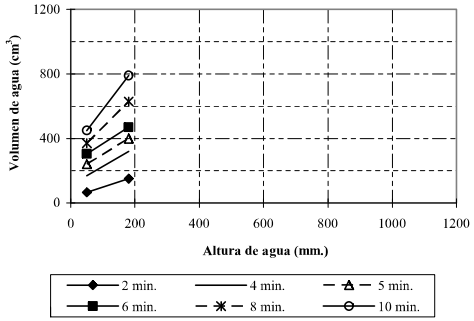
Agua alt. mm.	Tiempo min.	V. agua cm³	Caudal cm³/s	Turbidez
50	2	88	0,73	Turbia
	4	185	0,77	Turbia
	5	225	0,75	Turbia
	6	260	0,72	Turbia
	8	340	0,71	Turbia
	10	425	0,71	Turbia
180	2	290	2,42	Muy turb.
	4	560	2,33	Muy turb.
	5	690	2,30	Muy turb.
	6	820	2,28	Muy turb.
	8	1050	2,19	Muy turb.
	10	1280	2,13	Muy turb.
380	2			
	4			
	5			
	6			
	8			
	10			
1020	2			
	4			
	5			
	6			
	8			
	10			

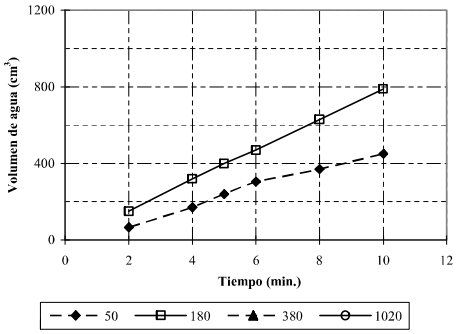
Humedad aplicada. .. -
% Humedad **12,1**
Densidad (g/cm³) **1,944**
Clasificación **ND4**

OBSERVACIONES:
ARRASTRES CON ALTURA DE AGUA DE 380 mm.
-

ENSAYOS SOLICITADOS	DISPERSABILIDAD POR TUBIFICACION (NLT-207)

S/ref.: T-2015 C-6 (2,30-3,10)





Agua alt. mm.	Tiempo min.	V. agua cm³	Caudal cm³/s	Turbidez
50	2	66	0,55	Turbia
	4	170	0,71	Turbia
	5	240	0,80	Turbia
	6	305	0,85	Turbia
	8	370	0,77	Turbia
	10	450	0,75	Turbia
180	2	150	1,25	Muy turb.
	4	320	1,33	Muy turb.
	5	400	1,33	Muy turb.
	6	470	1,31	Muy turb.
	8	630	1,31	Muy turb.
	10	790	1,32	Muy turb.
380	2			
	4			
	5			
	6			
	8			
	10			
1020	2			
	4			
	5			
	6			
	8			
	10			

Humedad aplicada. .. -
% Humedad **8,6**
Densidad (g/cm³) **1,749**
Clasificación **ND4**

OBSERVACIONES:
ARRASTRES CON ALTURA DE AGUA DE 380 mm.
-

Fdo.: Manuel Montero Fuentes
Jefe de Laboratorio.

Fdo.: Luis Budia Marigil
Responsable de Área.

CENTRO DE INVESTIGACION

Parque Empresarial Barajas Park
C/ San Severo, 18 –28042 Madrid
Tls.: (91)3291737//2127
Fax: (91) 329 28 66

LABORATORIO DE MATERIALES Y GEOTECNIA
Parque Empresarial Barajas Park
C/ San Severo, 30 –28042 Madrid
Tls.: (91)2337699
Fax: (91) 2337698

CIESM,S.A. Reg. Merc. de Madrid, 14 de febrero de 1991. Tomo 764 General, Folio 1, M-11054, Insc 1ª- CIF A-79837597

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

DESTINATARIO: **SGS**

FECHA: Madrid, 3 de agosto de 2010

INFORME DE ENSAYO Nº: 0710/146

Acreditado por la Comunidad autónoma de Madrid en fecha 24 de marzo de 2006.

NRG.03074/SE 92; NRG.03075/SV 92; NRG.03097/HC 93; NRG.03135/ST 97; Área de Control de Hormigón 03196EHA 06; Área de Ensayos de Geotecnia 03197 GT 06; Área de Sondeos 03198 GTC 06; Área de Viales 03199 VSG 06; Área de Control de Soldaduras 03200 EAS 06; Área de Control de Materiales de Fábricas de piezas de Hormigón 03201 AFM 06.

Peticionario:	*SGS TECNOS, S.A.*
Dirección:	*C/ Trespaderne, 29*
Tlfno:	*91 313 84 42 - 661 419 324*
Fax:	*91 313 81 44*
Obra:	
Fecha de recepción:	

MATERIAL A ENSAYAR

N/R	S/R
10/01460	C-6 (2.30-3.10)
10/01461	C-4 (0.70-4.10)

Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras referenciadas.
Este informe no podrá ser reproducido de forma parcial sin la aprobación por escrito del C.I.E.S.M.
Para cualquier observación referente al presente informe diríjase a la Dirección de Calidad del C.I.E.S.M.

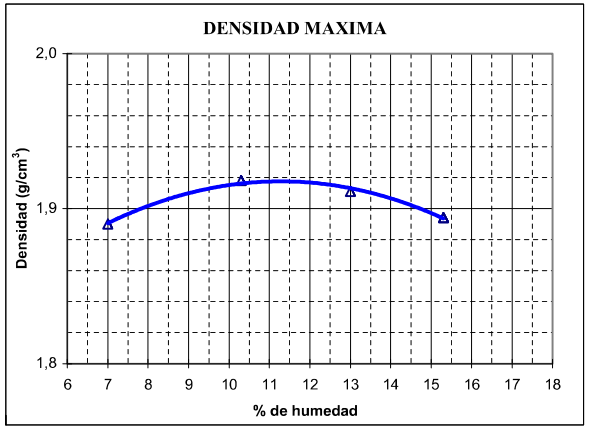
ENSAYOS SOLICITADOS	
NORMA	**TITULO**
	Permeabilidad en célula triaxial

ENSAYOS DE SUELOS

HARWARD

N/Referencia:	
Fecha de ensayo:	

C-4 (0,70-4,10)



Densidad máxima; g/cm^3
1,92

Humedad óptima (%)
11,0

Humedad (%)	7,0	10,3	13,0	15,3	
Densidad (g/cm^3)	1,890	1,918	1,911	1,894	

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE SUELOS

PERMEABILIDAD EN CELULA TRAXIAL

N/Referencia:	
Fecha de ensayo:	

C-4 (0,70-4,10)

Condiciones del ensayo

Célula de (pulgadas)		1,5
Muestra		Remoldeada
Altura probeta (mm.)		76,2
Diametro probeta (mm.)		38,1
% Humedad	Inicial	11,3
	Final	13,6
Densidad (g/cm^3)		1,919
Gradiente (Kg/cm^2)		2

Coeficiente de permeabilidad

Coef. Permeab. (cm/s)	**7,8E-07**
Coef. Permeab. (m/s)	**7,8E-09**

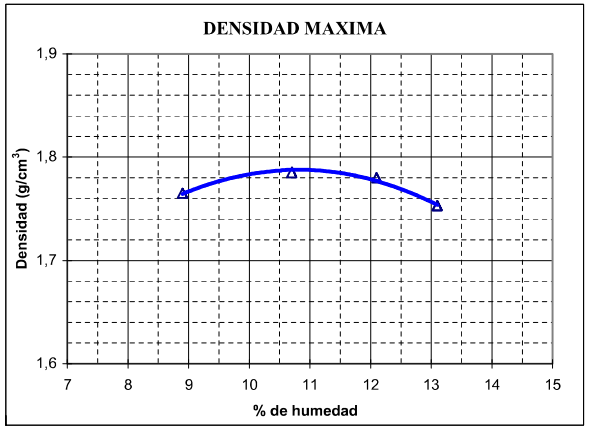
OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE SUELOS

HARWARD

N/Referencia:	
Fecha de ensayo:	

C-6 (2,30-3,10)



Densidad máxima; g/cm^3
1,79

Humedad óptima (%)
10,6

Humedad (%)	8,9	10,7	12,1	13,1	
Densidad (g/cm^3)	1,765	1,785	1,780	1,753	

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE SUELOS

PERMEABILIDAD EN CELULA TRAXIAL

N/Referencia:	
Fecha de ensayo:	

C-6 (2,30-3,10)

Condiciones del ensayo

Célula de (pulgadas)		1,5
Muestra		Remoldeada
Altura probeta (mm.)		76,2
Diametro probeta (mm.)		38,1
% Humedad	Inicial	10,9
	Final	16,3
Densidad (g/cm^3)		1,790
Gradiente (Kg/cm^2)		2

Coeficiente de permeabilidad

Coef. Permeab. (cm/s)	**2,7E-07**
Coef. Permeab. (m/s)	**2,7E-09**

OBSERVACIONES:

Observaciones:

Al no disponer de datos de densidad y humedad, el ensayo de permeabilidad se ha realizado con los valores obtenidos en el ensayo de compactación Harward.

Fdo.: Manuel Montero Fuentes
Jefe de Laboratorio.

Fdo.: Luis Budia Marigil
Responsable de Área.

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CLIENTE: **SGS TECNOS, S.A.**

OBRA: **T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)**

Nº OBRA: **2010235**

FECHA INFORME: 2 de agosto de 2010

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

Área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08:

C.2. Ensayos básicos (GTL.b)
Identificación y estado de suelos.
Resistencia y deformación de suelos.
Agresividad de aguas y suelos.
C.3.1. Ensayos complementarios primero (GTL.c1)
Resistencia y deformación de rocas.
Compactaciones.
C.3.2. Ensayos complementarios segundo (GTL.c2)
Determinación del módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson
Resistencia a la carga puntual
C.3.3. Ensayos complementarios tercero (GTL.c3)
Parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo Triaxial.

Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo establecidos en la norma de calidad UNE-EN ISO/IEC 17025:2005

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

SGS TECNOS, S.A.
C/ Trespaderne nº 29 - Edif. Barajas 1
28042 - MADRID

Nº OBRA: 2010235

OBRA: T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)

1. ANTECEDENTES

El día 22 de julio de 2010 se recibe en el laboratorio Tecnología del suelo y materiales, S.L. la petición de ensayos de la citada obra, que se compone de dos testigos parafinados de suelo.

La denominación de las muestras y los ensayos realizados vienen indicados por el peticionario.

2. ENSAYOS REALIZADOS

2.1. Determinación de los parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo triaxial: ensayo consolidado, sin drenaje y con medida de las presiones intersticiales (CU), según norma UNE 103402:98

Nº Obra: **2010235**

Cliente: **SGS TECNOS, S.A.**
Obra: T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del Canal de Aragón y Cataluña, Esplús (Huesca)
Fecha: 2 de agosto de 2010

C/ Oporto, nº 11
Polígono Europólis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es
Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm³	Densidad húmeda, en g/cm³	Peso específico, en g/cm³	Granulometría en % que pasa						Límites de Atterberg			Edómetro muestra saturada (índice de poros inicial e_0)	Presión de hinchamiento, en kPa	Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I, en %	Expansividad Lambe	Compresión Simple		Triaxial o Corte Directo			Ensayos Químicos				
						63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad						Tensión, en kg/cm²	Deformación, en %	Tipo de Triaxial o Corte	Ángulo de Rozamiento	Cohesión, en kg/cm²	Agresividad EHE	Sulfatos Cuantitativos (SO_4^{2-}), en mg/kg	Acidez Baumann-Gully, en ml/kg	Materia Orgánica, en %	Carbonatos, en %
S-2 5.45-5.70	**TP**																					TXCU	29.46	0.13					
S-2 7.60-7.89	**TP**																					TXCU	26.09	0.41					

Formato HRE-03/01

* Ver hoja de resultados de ensayo en el informe.

**No hay material suficiente para la realización de este ensayo.

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
Laboratorio acreditado en geotecnia (nº 03267GTL08)

C/ Oporto, nº 11
Polígono Europólis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es
Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

Cliente: **SGS TECNOS, S.A.**
Obra: T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del C
Muestra: S-2 5.45-5.70 TP
Fecha: 28 de julio de 2010

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL: UNE 103 402:98

Tipo de ensayo: Triaxial CU: Consolidado y no drenado con medida de las presiones intersticiales.
Tipo de muestra: Inalterada

DATOS DEL ENSAYO

Presión lateral 6.5 kg/cm²				Presión lateral 7.5 kg/cm²				Presión lateral 9.0 kg/cm²			
Tiempo	Deformación	Tensión	P. Intersticial	Tiempo	Deformación	Tensión	P. Intersticial	Tiempo	Deformación	Tensión	P. Intersticial
min.	%	kg/cm²	Kg/cm²	min.	%	kg/cm²	Kg/cm²	min.	%	kg/cm²	Kg/cm²
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.70	0.43	0.66	0.07	6.00	0.57	0.95	0.38	6.00	0.60	0.22	0.13
11.63	1.12	1.04	0.01	14.07	1.37	1.79	0.44	11.47	1.13	2.15	0.85
17.17	1.68	1.31	-0.06	19.50	1.93	2.18	0.38	18.53	1.83	3.09	0.97
24.07	2.38	1.65	-0.16	26.23	2.62	2.70	0.30	23.97	2.38	3.76	0.94
29.47	2.93	1.91	-0.24	31.83	3.18	3.12	0.21	30.73	3.08	4.54	0.83
36.27	3.63	2.16	-0.35	38.83	3.88	3.56	0.07	36.27	3.63	5.13	0.69
41.60	4.18	2.33	-0.44	44.23	4.43	3.86	-0.04	43.10	4.32	5.77	0.48
48.53	4.89	2.57	-0.55	51.23	5.12	4.21	-0.19	48.47	4.88	6.20	0.30
53.97	5.43	2.74	-0.64	56.70	5.67	4.44	-0.31	55.53	5.58	6.68	0.05
60.80	6.11	2.84	-0.69	63.57	6.37	4.72	-0.44	61.00	6.13	7.00	-0.13
66.23	6.68	2.94	-0.75	69.00	6.92	4.89	-0.54	68.10	6.82	7.36	-0.34
73.23	7.38	3.06	-0.84	75.90	7.64	5.03	-0.66	73.57	7.38	7.61	-0.49
78.77	7.93	3.12	-0.89	81.20	8.18	5.16	-0.75	80.50	8.09	7.86	-0.69
85.67	8.64	3.22	-0.95	88.30	8.90	5.33	-0.86	85.80	8.63	8.00	-0.82
90.97	9.18	3.30	-1.00	93.47	9.42	5.48	-0.93	92.63	9.32	8.12	-0.98
97.93	9.91	3.41	-1.06	100.57	10.12	5.69	-1.02	97.83	9.87	8.09	-1.08
103.13	10.43	3.39	-1.09	106.20	10.67	5.83	-1.09	104.83	10.58	8.03	-1.15
110.00	11.13	3.39	-1.11	113.20	11.38	6.00	-1.18	110.20	11.13	7.97	-1.19
115.60	11.68	3.40	-1.15	118.40	11.92	6.08	-1.23	117.20	11.83	7.89	-1.23
122.57	12.38	3.40	-1.18	125.23	12.64	6.16	-1.28	122.57	12.38	7.80	-1.24
127.87	12.93	3.39	-1.21	130.43	13.18	6.20	-1.32	129.30	13.07	7.71	-1.26
134.77	13.64	3.39	-1.26	137.30	13.89	6.22	-1.38	134.67	13.62	7.64	-1.27
140.00	14.18	3.38	-1.29	142.47	14.43	6.20	-1.41	141.63	14.34	7.57	-1.29
146.83	14.89	3.38	-1.32	149.27	15.13	6.22	-1.47				
152.07	15.43	3.36	-1.35	154.60	15.67	6.28	-1.50				
158.83	16.14	3.34	-1.38	161.43	16.37	6.42	-1.55				
164.07	16.68	3.32	-1.40	166.93	16.93	6.50	-1.58				
170.80	17.38	3.30	-1.43	174.13	17.61	6.59	-1.62				
176.23	17.93	3.28	-1.45	179.77	18.18	6.65	-1.65				
183.33	18.62	3.26	-1.48	186.87	18.88	6.67	-1.68				
189.03	19.18	3.24	-1.50	192.13	19.43	6.67	-1.70				
Tensión de rotura, en kg/cm²			**3.41**	Tensión de rotura, en kg/cm²			**6.67**	Tensión de rotura, en kg/cm²			**8.12**

Observaciones: -
-

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) ***Nº 03267GTL08***

Formato TXC-02/02

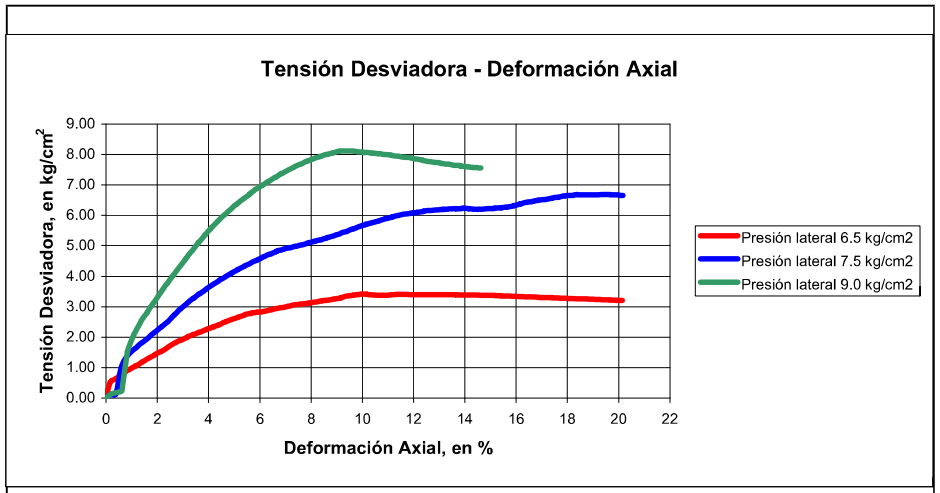
Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

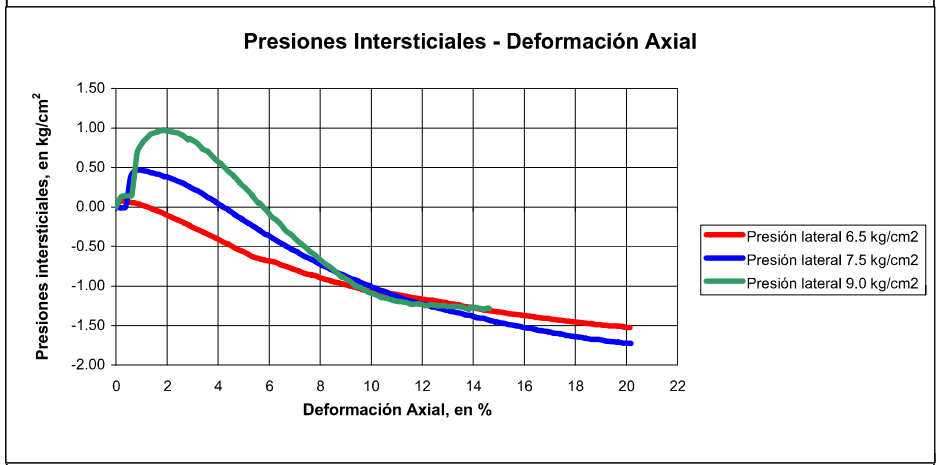
Nº Obra: 2010235

C/ Oporto, nº 11
Polígono Europólis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es
Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

Cliente: SGS TECNOS, S.A.
Obra: T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del C
Muestra: S-2 5.45-5.70 TP
Fecha: 28 de julio de 2010

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL: UNE 103 402:98





Observaciones: -
-

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) ***Nº 03267GTL08***

Formato TXC-02/02

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

Nº Obra: **2010235**

Cliente: **SGS TECNOS, S.A.**
Obra: T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del C
Muestra: S-2 5.45-5.70 TP
Fecha: 28 de julio de 2010

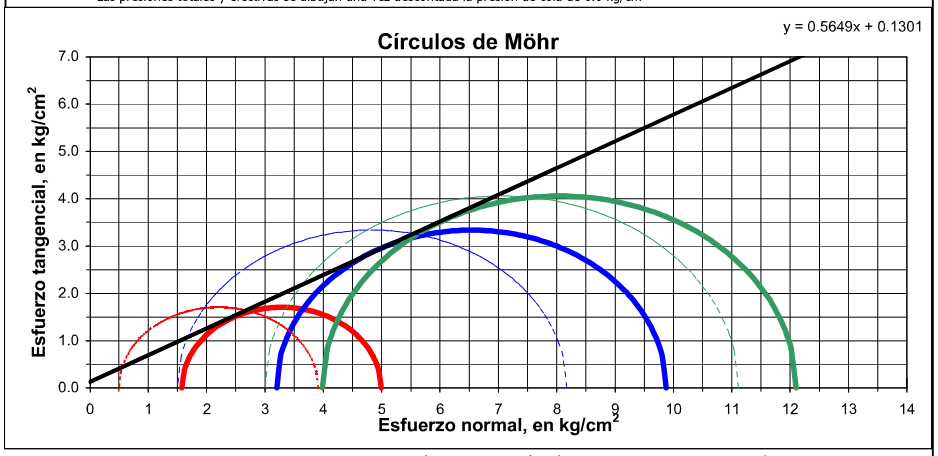
C/ Oporto, nº 11
Polígono Europólis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es
Huna, Espuis (Huesca)
Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL: UNE 103 402:98

Tipo de ensayo: Triaxial CU: Consolidado y no drenado con medida de las presiones intersticiales.
Tipo de muestra: Inalterada

Número de probeta	**I**	**II**	**III**
Presiones laterales de confinamiento (s_{3*}), en kg/cm^2	6.5	7.5	9.0
Presión de cola (s_1), en kg/cm^2	6.0	6.0	6.0
Presión lateral real (s_3), en kg/cm^2	**0.5**	**1.5**	**3.0**
Humedad inicial, en %	13.44	13.47	13.46
Humedad final, en %	16.72	15.63	15.05
Diámetro de la probeta, en cm	3.72	3.7	3.81
Altura de la probeta, en cm	7.62	7.62	7.62
Sección, en cm^2	10.87	10.75	11.40
Volumen, en cm^3	82.82	81.93	86.88
Densidad seca, en g/cm^3	1.860	1.857	1.957
Velocidad, en mm/min	0.0762	0.0762	0.0762
Tensión de rotura (s_1-s_3), en kg/cm^2	**3.41**	**6.67**	**8.12**
Deformación en la rotura, en %	**10.13**	**19.43**	**9.32**
Presión Intersticial en la rotura (u), en kg/cm^2	**-1.08**	**-1.70**	**-0.98**
Presión externa efectiva (s'_3), en kg/cm^2	1.58	3.20	3.98
Presión lateral efectiva (s'_1), en kg/cm^2	4.99	9.88	12.10
Centro del Círculo de Möhr en efectivas ($s'_1 + s'_3$)/2, en kg/cm^2	3.29	6.54	8.04
Radio del Círculo de Möhr en efectivas ($s'_1 - s'_3$)/2, en kg/cm^2	1.71	3.34	4.06
Ángulo de rozamiento interno en efectivas, en º			**29.46**
Cohesión en efectivas, en kg/cm^2			**0.13**

* Las presiones totales y efectivas se dibujan una vez descontada la presión de cola de 6.0 kg/cm^2



Presiones efectivas ------- Presiones totales *El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.

Observaciones: -
-

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) ***Nº 03267GTL08*** Formato TXC-02/02

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

Nº Obra: **2010235**

Cliente: **SGS TECNOS, S.A.**
Obra: T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del C
Muestra: S-2 7.60-7.89 TP
Fecha: 2 de agosto de 2010

C/ Oporto, nº 11
Polígono Europólis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es
Huna, Espuis (Huesca)
Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL: UNE 103 402:98

Tipo de ensayo: Triaxial CU: Consolidado y no drenado con medida de las presiones intersticiales.
Tipo de muestra: Inalterada

DATOS DEL ENSAYO

Presión lateral 6.5 kg/cm^2				**Presión lateral 7.5 kg/cm^2**				**Presión lateral 9.0 kg/cm^2**			
Tiempo	Deformación	Tensión	P. Intersticial	Tiempo	Deformación	Tensión	P. Intersticial	Tiempo	Deformación	Tensión	P. Intersticial
min.	%	kg/cm^2	Kg/cm^2	min.	%	kg/cm^2	Kg/cm^2	min.	%	kg/cm^2	Kg/cm^2
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00	0.56	0.86	0.12	6.00	0.59	0.62	0.01	5.90	0.54	0.37	0.01
16.00	1.58	1.24	0.08	15.87	1.59	1.89	0.46	12.93	1.24	1.52	0.54
21.40	2.13	1.43	0.06	22.78	2.29	2.32	0.60	18.65	1.79	2.26	0.88
28.17	2.84	1.62	0.03	28.18	2.83	2.50	0.65	25.52	2.51	2.67	1.14
33.43	3.38	1.71	0.00	35.05	3.53	2.65	0.67	30.85	3.05	2.91	1.28
40.38	4.08	1.85	-0.03	40.72	4.08	2.69	0.67	37.85	3.75	3.18	1.37
45.92	4.63	1.96	-0.06	48.02	4.79	2.76	0.65	43.15	4.29	3.37	1.42
52.82	5.32	2.10	-0.10	53.58	5.34	2.82	0.63	50.02	5.00	3.61	1.43
58.25	5.88	2.20	-0.13	60.27	6.05	3.01	0.59	55.42	5.54	3.79	1.43
65.28	6.58	2.31	-0.17	65.43	6.58	3.16	0.56	62.30	6.24	4.01	1.40
70.72	7.12	2.39	-0.20	72.13	7.27	3.25	0.51	67.73	6.79	4.19	1.36
77.70	7.83	2.51	-0.24	77.53	7.83	3.35	0.47	74.67	7.50	4.38	1.30
82.97	8.38	2.60	-0.27	84.43	8.54	3.47	0.41	80.03	8.04	4.58	1.26
89.80	9.09	2.73	-0.31	89.77	9.08	3.56	0.37	87.17	8.75	4.81	1.19
95.00	9.62	2.81	-0.34	96.70	9.78	3.63	0.32	92.37	9.29	4.88	1.11
102.00	10.33	2.90	-0.39	102.25	10.33	3.67	0.28	99.20	9.97	5.05	1.08
107.80	10.88	2.99	-0.43	109.35	11.04	3.75	0.22	107.92	10.22	5.20	1.04
114.77	11.60	3.08	-0.47	114.78	11.58	3.73	0.17	117.22	10.30	5.07	1.01
120.02	12.13	3.15	-0.51	121.82	12.29	3.77	0.11	124.32	11.00	5.30	0.97
126.88	12.82	3.22	-0.56	126.78	12.83	3.83	0.07	129.78	11.54	5.41	0.91
132.18	13.38	3.30	-0.60	133.52	13.55	3.85	0.01	136.55	12.24	5.54	0.83
139.05	14.08	3.38	-0.65	138.67	14.08	3.86	-0.03	141.75	12.79	5.63	0.78
144.22	14.63	3.42	-0.70	145.47	14.79	3.88	-0.08	148.53	13.49	5.74	0.70
151.08	15.34	3.45	-0.77	150.73	15.33	3.90	-0.12	153.73	14.05	5.80	0.64
156.42	15.87	3.44	-0.81	157.57	16.03	3.93	-0.17	160.60	14.75	5.87	0.56
163.23	16.58	3.43	-0.84	162.93	16.58	3.91	-0.20	166.17	15.30	5.95	0.50
168.73	17.13	3.40	-0.85	170.07	17.26	3.92	-0.25	172.90	16.02	6.00	0.42
175.80	17.81	3.41	-0.87	175.87	17.83	3.93	-0.28	178.17	16.55	6.04	0.42
181.57	18.37	3.42	-0.89	183.15	18.52	3.82	-0.32	185.03	17.23	6.13	0.33
188.47	19.09	3.38	-0.91	188.48	19.09	3.83	-0.36	190.72	17.79	6.19	0.28
193.70	19.63	3.35	-0.92	195.25	19.80	3.87	-0.39	197.58	18.49	6.24	0.21
Tensión de rotura, en kg/cm^2			**3.45**	Tensión de rotura, en kg/cm^2			**3.94**	Tensión de rotura, en kg/cm^2			**6.31**

Observaciones: -
-

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) ***Nº 03267GTL08*** Formato TXC-02/02

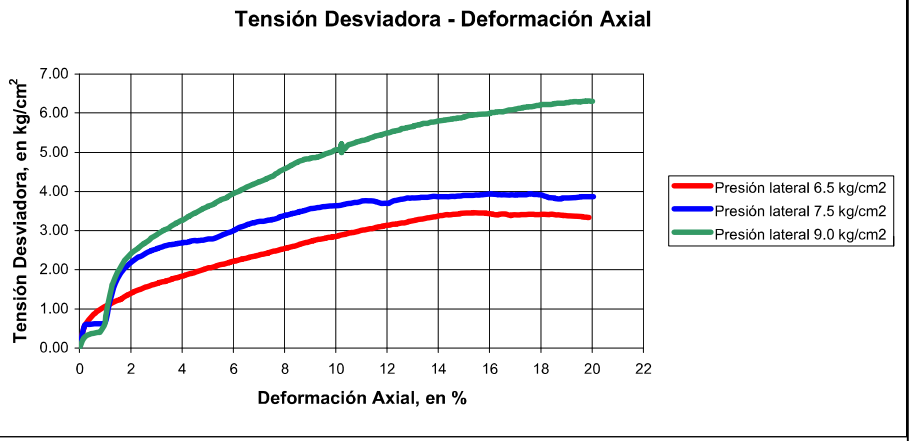
Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

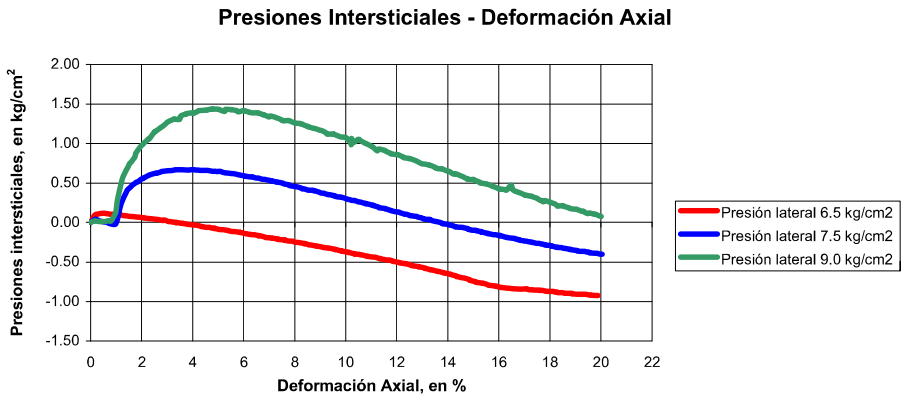
Nº Obra: **2010235**

Cliente: **SGS TECNOS, S.A.**
Obra: T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del C
Muestra: S-2 7.60-7.89 TP
Fecha: 2 de agosto de 2010

C/ Oporto, nº 11
Polígono Europólis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es
aluna, Espinos (Huesca)
Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL: UNE 103 402:98





Observaciones: -
-

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) ***Nº 03267GTL08***

Formato TXC-02/02

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

Nº Obra: **2010235**

Cliente: **SGS TECNOS, S.A.**
Obra: T-2015 Caracterización Geotécnica para Proyecto de la Balsa 11 del C
Muestra: S-2 7.60-7.89 TP
Fecha: 2 de agosto de 2010

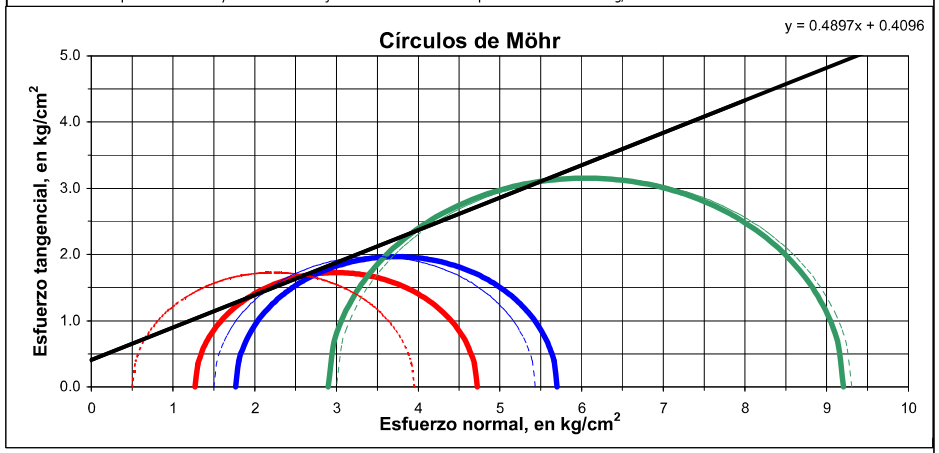
C/ Oporto, nº 11
Polígono Europólis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es
aluna, Espinos (Huesca)
Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL: UNE 103 402:98

Tipo de ensayo: Triaxial CU: Consolidado y no drenado con medida de las presiones intersticiales.
Tipo de muestra: Inalterada

Número de probeta	**I**	**II**	**III**
Presiones laterales de confinamiento (s_{3+}), en kg/cm^2	6.5	7.5	9.0
Presión de cola (s_1), en kg/cm^2	6.0	6.0	6.0
Presión lateral real (s_3), en kg/cm^2	**0.5**	**1.5**	**3.0**
Humedad inicial, en %	13.92	13.78	13.75
Humedad final, en %	16.48	14.79	13.93
Diámetro de la probeta, en cm	3.81	3.76	3.74
Altura de la probeta, en cm	7.62	7.62	7.62
Sección, en cm^2	11.40	11.10	10.99
Volumen, en cm^3	86.88	84.61	83.71
Densidad seca, en g/cm^3	1.819	1.854	1.847
Velocidad, en mm/min	0.0762	0.0762	0.0762
Tensión de rotura (s_1-s_3), en kg/cm^2	**3.45**	**3.94**	**6.31**
Deformación en la rotura, en %	**15.38**	**17.59**	**19.80**
Presión Intersticial en la rotura (u), en kg/cm^2	**-0.77**	**-0.27**	**0.10**
Presión externa efectiva (s'_3), en kg/cm^2	1.27	1.77	2.90
Presión lateral efectiva (s'_1), en kg/cm^2	4.72	5.70	9.21
Centro del Círculo de Möhr en efectivas ($s'_1 + s'_3$)/2, en kg/cm^2	3.00	3.73	6.05
Radio del Círculo de Möhr en efectivas ($s'_1 - s'_3$)/2, en kg/cm^2	1.73	1.97	3.15
Ángulo de rozamiento interno en efectivas, en º			**26.09**
Cohesión en efectivas, en kg/cm^2			**0.41**

* Las presiones totales y efectivas se dibujan una vez descontada la presión de cola de 6.0 kg/cm^2



Presiones efectivas ------- Presiones totales *El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.

Observaciones: -
-

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) ***Nº 03267GTL08***

Formato TXC-02/02

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

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

El presente informe consta de diez hojas numeradas y selladas.

Madrid, 2 de agosto de 2010

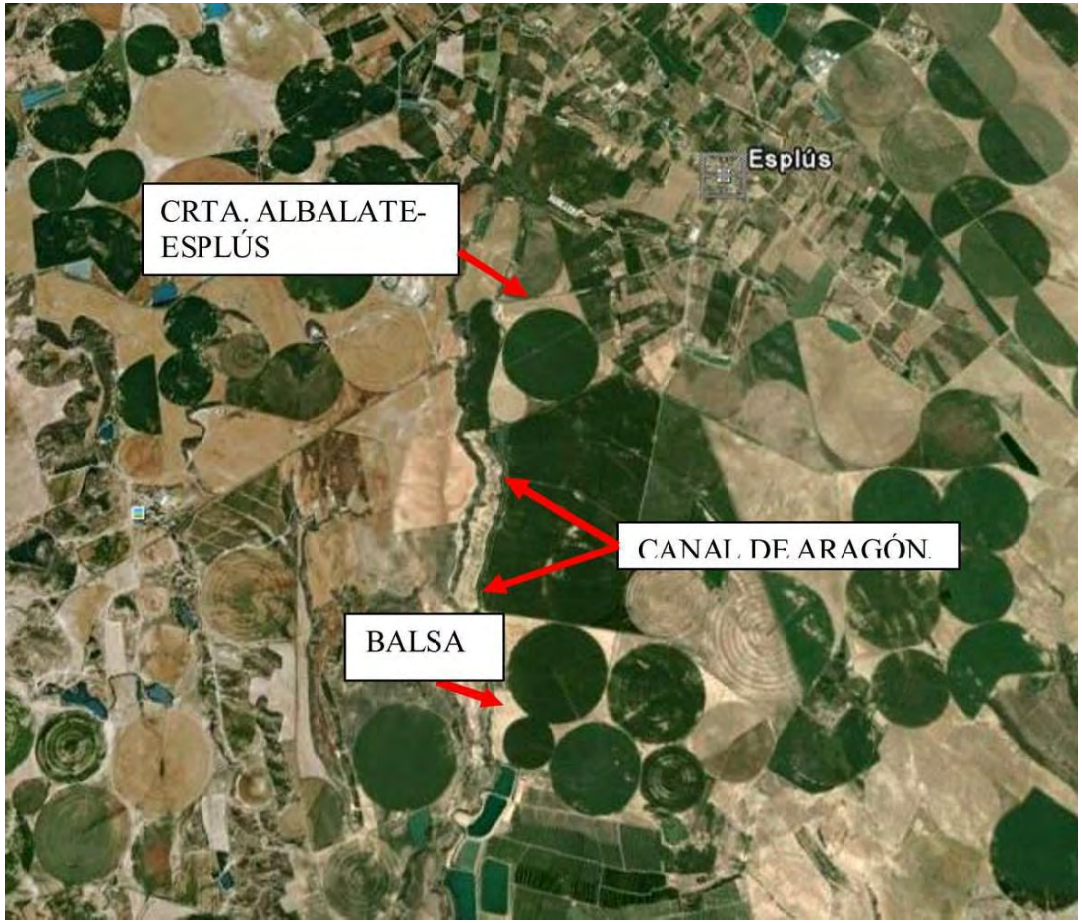
TECNOLOGÍA DEL SUELO Y MATERIALES, S.L.
P.P.

RICARDO PÉREZ SARMIENTO
Responsable de Área GTL

CÉSAR ZAPICO MARTÍN
Director Técnico

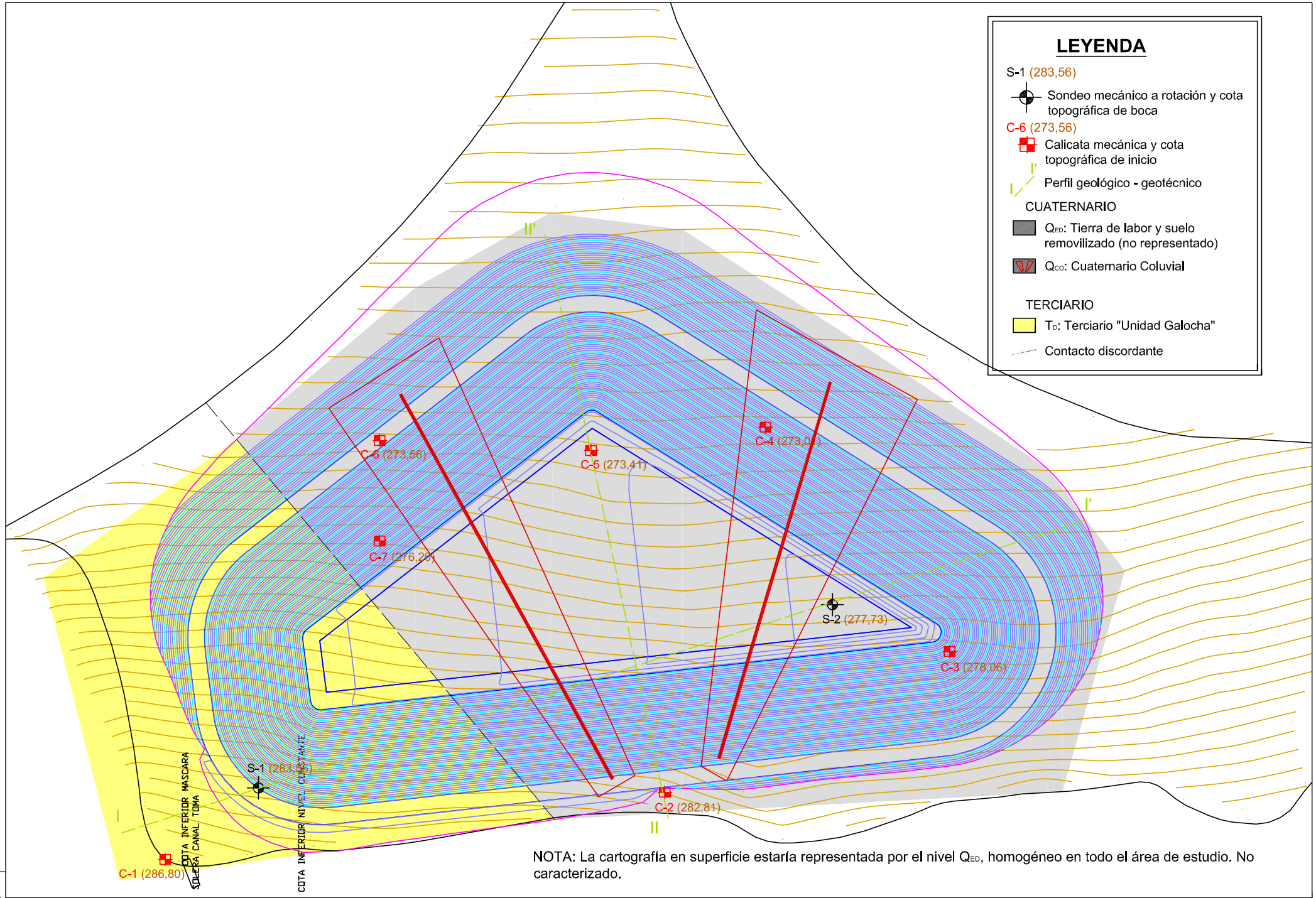
PLANOS

PLANO I.-PLANTA DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO (UBICACIÓN DE LA BALSA).



FECHA	CLIENTE	AUTOR	TÍTULO DEL ESTUDIO	FECHA	REVISIÓN Nº	ESCALAS	TÍTULO DEL PLANO	NÚMERO DE PLANO
	Tragsatec Grupo Tragsa	SGS	"ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE LA BALSA DE LA TOMA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA (ESPLÚS)".	Julio 2010	-		PLANTA DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	I
				Trabajo T-2015	APROBADO -			HOJA 1 DE 4

PLANO II.- PLANTA GEOLÓGICA

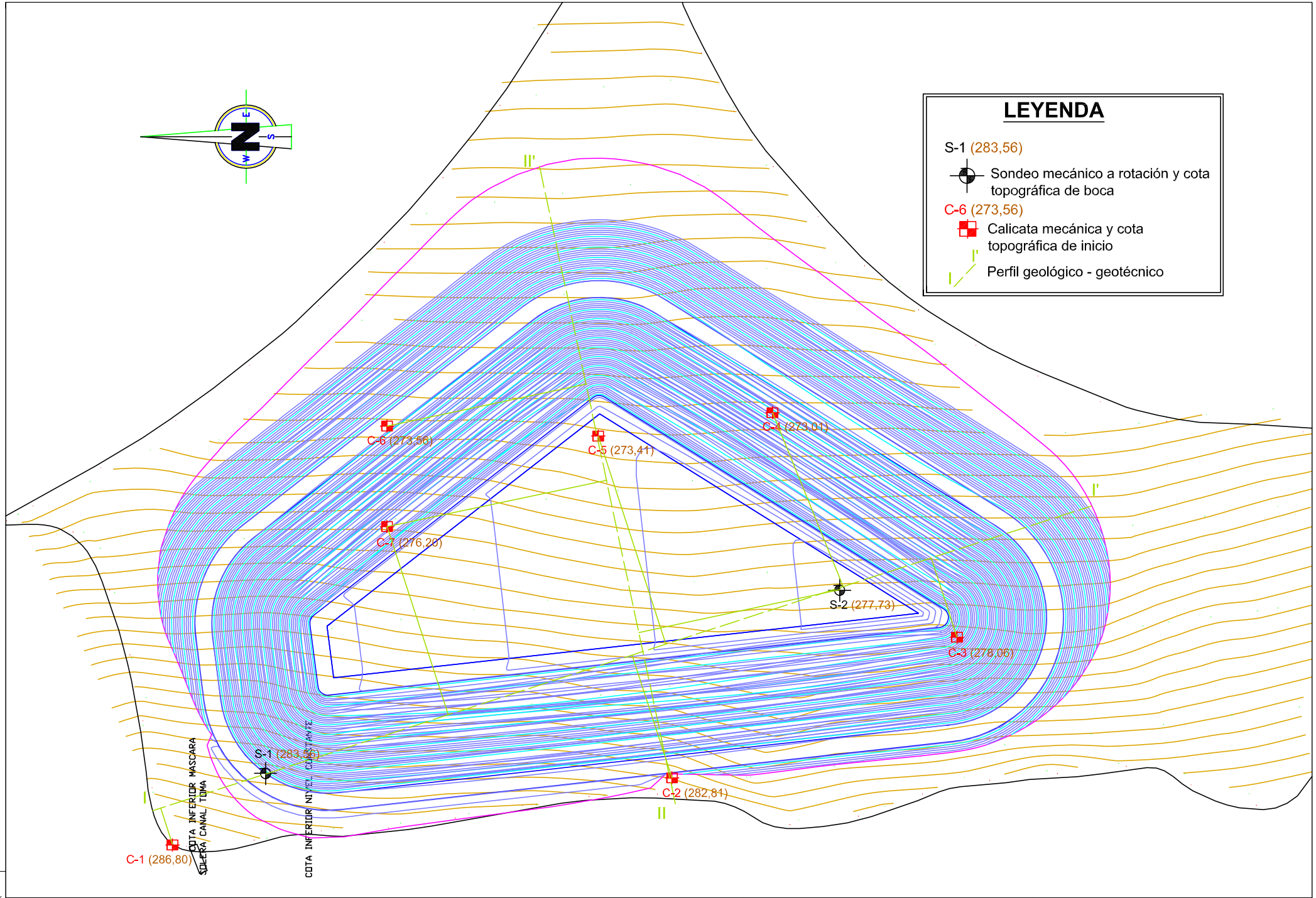


NOTA: La cartografía en superficie estaría representada por el nivel Q_{ED}, homogéneo en todo el área de estudio. No caracterizado.

CLIENTE	AUTOR	TÍTULO DEL ESTUDIO	FECHA	REVISIÓN Nº	ESCALAS	TÍTULO DEL PLANO	NÚMERO DE PLANO
Tragsatec Grupo Tragsa	SGS	"ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE LA BALSA DE LA TOMA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA (ESPLÚS)".	Julio 2010	-	1:1.000 (0 5 10 20)	PLANTA GEOLÓGICA	II
			Trabajo T-2015	APROBADO -	Numérica / Gráfica		HOJA 2 DE 4

FECHA

PLANO III.- PLANTA DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO Y PERFILES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS

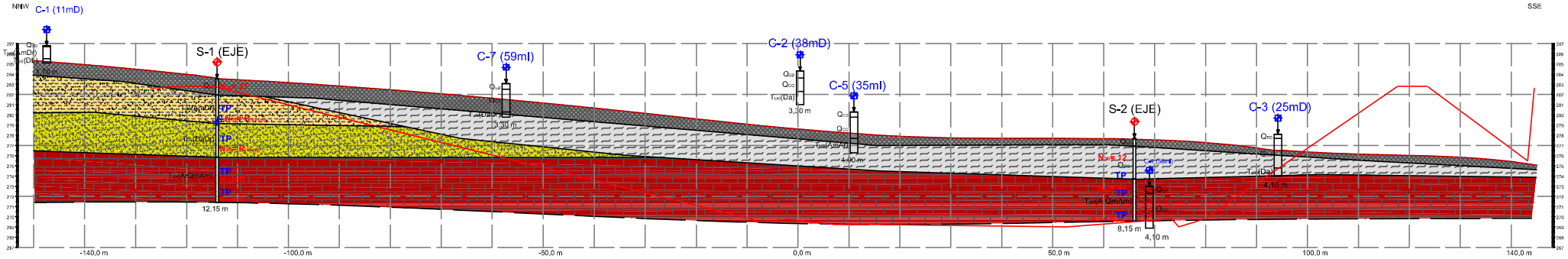


CLIENTE	AUTOR	TÍTULO DEL ESTUDIO	FECHA	REVISIÓN Nº	ESCALAS	TÍTULO DEL PLANO	NÚMERO DE PLANO
Tragsatec Grupo Tragsa	SGS	"ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE LA BALSA DE LA TOMA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA (ESPLÚS)".	Julio 2010	-	1:1.000 (Numérica / Gráfica) 0 5 10 20	PLANTA DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO Y PERFILES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS	III
			Trabajo T-2015	APROBADO -			HOJA 3 DE 4

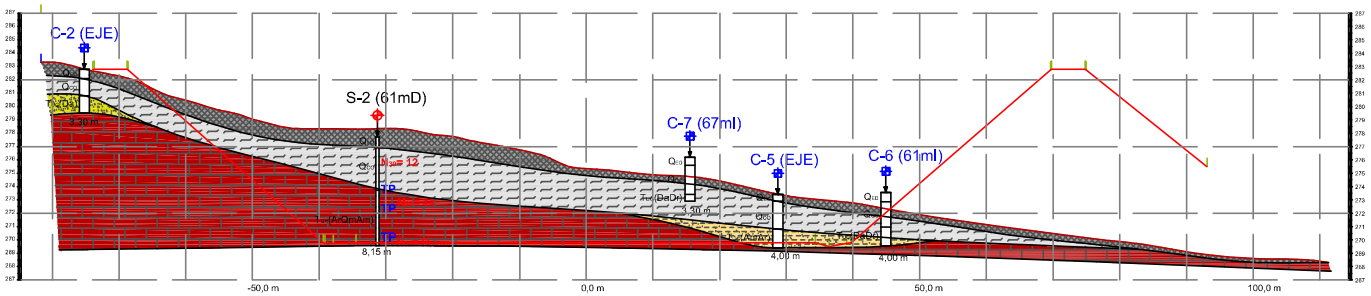
FECHA

PLANO IV.- PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

PERFIL LONGITUDINAL



PERFIL TRANSVERSAL



LEYENDA

CUATERNARIO

- Q_{ED}: Suelo de alteración y terreno removilizado
- Q_{CO}: Depósitos coluviales

TERCIARIO

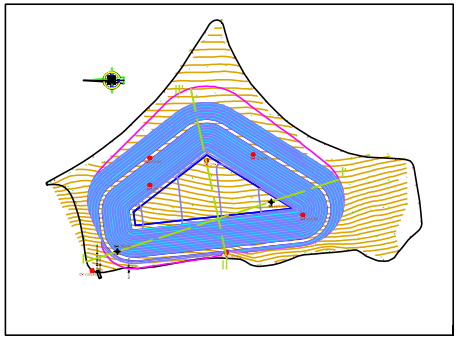
- T_D: Unidad Galocha, limos arcillosos
- T_D: Unidad Galocha, areniscas
- T_D: Unidad Huesca, arcillas limosas algo margosas

SIMBOLOS

- **S-1:** Sondeo mecánico
- **C-1:** Calicata mecánica
- S-1 (5mI) Sondeo 5 m a la izqda del eje.
- NA Nivel de aguas
- TP Testigo parafinado
- N_{30} = 60 Golpeos del ensayo S.P.T.

Dr	Arenas	Da	Arenisca
Ar	Arcillas	DL	Limonita
Am	Limos		
Qm	Arcilla margosa		

NOTA: EL TERRENO SE CONOCE CON PRECISION EN LOS PUNTOS DE SONDEO Y CALICATAS. EL PERFIL ES UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE



FECHA	CLIENTE	AUTOR	TÍTULO DEL ESTUDIO	FECHA	REVISIÓN Nº	ESCALAS	TÍTULO DEL PLANO	NÚMERO DE PLANO
	Tragsatec Grupo Tragsa	SGS	"ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE LA BALSA DE LA TOMA 11, CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA (ESPLÚS)".	JULIO 2010	-	EV: 1:400 EH: 1:800 Original A3	PERFILES LONGITUDINAL (I-I') Y TRANVERSAL (II-II')	IV
				Trabajo T-2015	APROBADO -			HOJA 4 de 4

4.- Estudio Geológico-Geotécnico zona Balsa 15. T.M. Zaidín (Huesca)

ÍNDICE:

1 Introducción

1.1 Objetivos

1.2 Descripción del proyecto

1.3 Localización

1.4 Antecedentes

2 Trabajos realizados

2.1 Trabajos de campo

2.1.1 Calicatas

2.1.2 Sondeos

2.2 Trabajos de laboratorio

3 Características geológicas de los materiales del subsuelo

3.1 Geología general

3.2 Descripción litológica

3.3 Niveles geotécnicos

3.4 Sismicidad

3.5 Hidrología e impermeabilización

4 Conclusiones

4.1 Metodología de cálculo

4.2 Excavabilidad

4.3 Aprovechamiento de materiales

4.4 Estabilidad de taludes

4.5 Condiciones de cimentación

5 Recomendaciones

5.1 Excavación y aprovechamiento de materiales

5.2 Taludes en desmonte

5.3 Taludes en terraplén

5.4 Cimentación

5.5 Agresividad

5.6 Sismicidad

5.7 Impermeabilización

6 Resumen

ANEJOS

Anejo 1. Situación de trabajos de campo

Anejo 2. Descripción litológica de las calicatas

Anejo 3. Registro de los sondeos y ensayos de permeabilidad Lefranc

Anejo 4. Ensayos de laboratorio

Anejo 5. Cortes geológico-geotécnicos

Anejo 6. Fotografías

1 Introducción

Los trabajos que a continuación se describen se centran en describir las condiciones geológico-geotécnicas que presentan los materiales respecto al "Proyecto de balsas de gestión y tuberías directas y balsas de la zona regable del Canal de Aragón y Cataluña (Huesca-Lleida)", concretamente se analizará la balsa nº 15, localizada en el término municipal de Zaidín (Huesca).

Los trabajos de campo se realizaron durante el mes de agosto de 2.010 y se han ejecutado bajo la supervisión de los técnicos de GHM Consultores S.L.P.

1.1 Objetivos

El objetivo del presente informe es:

- Describir las características geológico-geotécnicas que presenta el sustrato en el emplazamiento sobre el que se va a ampliar y acondicionar la balsa de regulación. Tiene como fin describir cuál es la situación que presentan estos materiales con respecto a las características de resistencia, excavabilidad, estabilidad de los taludes, aprovechamiento de materiales para la obra y presencia del nivel freático. A partir de estos resultados se determinarán las conclusiones del informe, encaminadas a valorar la idoneidad de la ubicación propuesta para el proyecto.

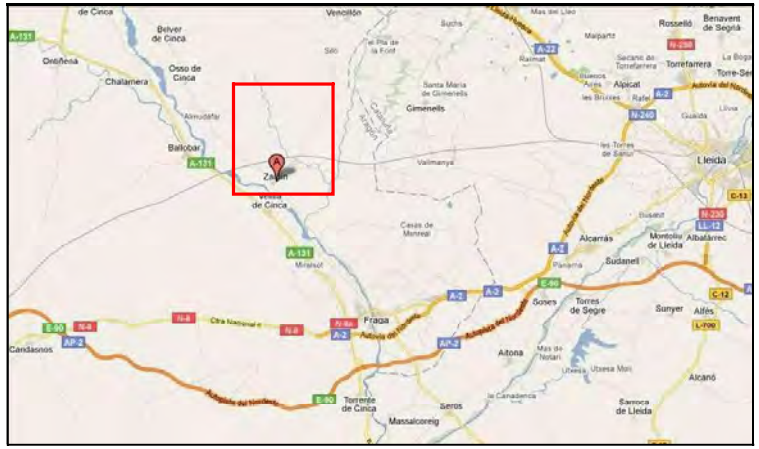
1.2 Descripción del proyecto

El proyecto prevé ampliar la balsa nº 15, situada en Zaidín, mediante compensación de tierras aprovechando las parcelas contiguas.

1.3 Localización

La balsa número 15, objetivo del presente estudio, se localiza dentro de la Comunidad Autónoma de Aragón, concretamente en el término municipal de Zaidín (provincia de Huesca), a 5 km al norte de dicha localidad.

Figura 1. Localización de la zona de estudio dentro de la Península Ibérica.


Zaidín
Lleida
Fraga
Alcarràs
Sudanell
Torres de Segre
Aitona
Seròs
Massalcoreig
Torrente de Cinca
Sarroca de Lleida
Alcanó
Sunyer
Alfés
Gimenells
Alpicat
Torrefarrera
Rosselló
Benavent de Segrià
Vencillón
Belver de Cinca
Osso de Cinca
Chalamera
Ballobar
Candasnos
Torre-Sec
Llivia
Guàssa
Montoliu de Lleida
Albatàrrec
Vallmanya
Santa Maria de Gimenells
Mas del Lleó
Malpartit
Raimat
Sucanes de Torrefarrera
Les Borges
Rufet
Almudafar
Mirabel
Cases de Monreal
Planera
Mas de Notari
Utxesa Mori
la Canadiana
Sòlo
Sucs
Bujís
Vilanova de Sitges
Autovía del Nordeste
Autovía del Mediterráneo
Autovía de Huesca
Autovía de Lérida
Autovía de Navarra
Autovía de Zaragoza
Autovía del Noroeste
Autovía del Ebro
Autovía del Cinca
Autovía del Segre
Autovía del Pirineo
Autovía del Mediterráneo
Autovía del Nordeste

2 Trabajos realizados

Para la realización del presente estudio, se han llevado a cabo diferentes trabajos encaminados a la obtención de las características geológico-geotécnicas del sustrato. Para ello se ha ejecutado una campaña de campo con la obtención de parámetros in situ y recogida de material para su análisis en laboratorio.

2.1 Trabajos de campo

Se han realizado, durante la campaña de campo, para el reconocimiento superficial y de medio alcance, seis (6) calicatas. Para la determinación del perfil de resistencia de los materiales en profundidad se han realizado dos (2) sondeos a rotación, con 22,50 m perforados en total. Se podrá consultar la localización de los trabajos de campo realizados en el Anejo 1 de este informe.

2.1.1 Calicatas

Las 6 calicatas se ejecutaron con una retroexcavadora mixta NEW HOLLAND LB 115, con un cazo de 60 cm de anchura. Se han denominado con nomenclaturas sucesivas, de C-Z1 a C-Z6.

Fueron llevadas a cabo hasta una profundidad variable, se continuaron hasta que fue posible avanzar, ya fuese por el terreno o por el alcance de la máquina.

En las calicatas se recogió información de tipo geológico; espesor, geometría y disposición de los diferentes materiales del subsuelo, granulometría, así como de tipo geotécnico como la excavabilidad y su rendimiento, estabilidad de las paredes de excavación, presencia de agua y profundidad máxima de avance.

Las calicatas quedaron abiertas durante un lapso de tiempo suficiente para observar su evolución en lo referente a desplomes, caída de detritus, afloramientos de agua y deslizamientos.

Todas las calicatas fueron supervisadas por un geólogo en campo durante su desarrollo, que asimismo tomó registro escrito de la información de la calicata.

En las calicatas se ha detectado el nivel freático, por lo que se considera que deberá ser tenido en cuenta para la ejecución del proyecto.

En la tabla que aparece a continuación, viene detallada la localización de cada una de las calicatas ejecutadas:

Calicata	X UYM	Y UTM	Huso
C-Z1	271.783	4.614.505	31
C-Z2	271.833	4.614.503	31
C-Z3	271.788	4.614.431	31
C-Z4	271.817	4.614.453	31
C-Z5	271.864	4.614.405	31
C-Z6	271.839	4.614.368	31

Tabla 1. Coordenadas UTM de las calicatas realizadas en la zona de estudio.

De todas las calicatas se obtuvo muestra tipo alterada (M.A.) para su posterior ensayo en laboratorio. Se podrá consultar el registro completo de las calicatas en el Anejo 2 de este informe.

2.1.2 Sondeos

Se han realizado dos sondeos a rotación con recuperación de testigo continuo, con una máquina TP-50D montada sobre orugas, con una profundidad máxima de 13,30 m.

Los sondeos se ejecutaron con el fin de determinar las condiciones de los materiales en profundidad en la zona de la balsa. El emplazamiento de los sondeos es una zona donde los materiales aflorantes son gravas, limos y arcillas de edad Terciario-Cuaternario.

En el interior de los sondeos se han realizado ensayos de resistencia tipo SPT y se han tomado muestras inalteradas (MI). Adicionalmente, se ha realizado en el interior de los sondeos dos (2) ensayos de permeabilidad Lefranc a carga variable, para conocer la permeabilidad del terreno en la zona de las balsas.

A partir de los ensayos realizados en el sondeo, se han recogido muestras que han sido llevadas al laboratorio para su posterior análisis. Se recoge a continuación la localización de los sondeos y las muestras de resistencia realizadas.

Sondeo	X UYM	Y UTM	Huso
S-Z1	271.802	4.614.517	31
S-Z2	271.834	4.614.374	31

Tabla 2. Coordenadas de los sondeos de la balsa.

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N_{30}
S-Z1	SPT-1	1,20-1,50	50R
	SPT-2	2,60-2,70	50R
	SPT-3	6,50-6,65	50R
	SPT-4	9,20-9,65	72
S-Z2	SPT-1	1,20-1,80	3
	MI-1	2,80-3,40	12
	SPT-2	5,20-5,80	34
	SPT-3	8,00-8,15	50R

Tabla 3. Ensayos y profundidades realizados en los sondeos de la balsa.

Se podrá consultar el registro exacto de los sondeos en el Anejo 3 de este informe.

2.2 Trabajos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se han realizado sobre las muestras obtenidas en campo. Todos los ensayos se realizaron en laboratorios acreditados y mediante procedimientos normalizados de acuerdo a normas UNE y NLT. De igual forma se toma en cuenta la Norma de Hormigones EHE para la obtención de parámetros encaminados a determinar si los hormigones de la obra serán susceptibles de ataques químicos y por tanto prever la utilización de tipos sulforresistentes.

Para la caracterización de los materiales como rellenos de terraplén o como apoyo de estos se observan los parámetros establecidos en el pliego general PG-3.

Los ensayos se han realizado sobre Testigo Parafinado (T.P.) y muestra de Ensayo de Penetración Estándar (*Standard Penetration Test* o S.P.T.) obtenidas en los sondeos, mientras que a partir de las calicatas se han obtenido muestras alteradas.

En la **Tabla 4** (página siguiente) se recogen los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio. Los registros completos de los ensayos de laboratorio se recogen en el Anejo 4 de este informe.

Tabla de ensayos de laboratorio:

CALICATA / SONDEO	MUESTRA	PROF. (m)	GRANULOMETRÍA (%) *			LÍMITES		USCS	M.O.	CO_3	SO_4^-	W_{nat}	γ_s	γ_{ap}	k	PRÓCTOR		TRIAXIAL CU		COMP. SIMPLE		EDÓMETRO	PIN HOLE	LAMBE
			GRAVA	ARENA	FINOS	LL	IP									$W_{op.}$	$D_{max.}$	c´	ϕ´	q_U	ε	Cc	Clasif.	PVC
C-Z1	MA-1 (SACO)	3,00-3,20	0,10	91,83	8,07	N.P.	N.P.	SP	0,423	26,04						6,09	2,09							
C-Z2	MA-1 (SACO)	1,10-1,30	6,00	15,60	78,36	36,1	13,5	CL	0,601	49,14	1.256					19,28	1,68							
C-Z3	MA-1 (SACO)	3,50-3,70	0,10	1,92	97,98	38,4	18,1	ML	0,394	49,34	1.096	14,95	1,720			14,86	1,70	0,11	29,1				ND1	NO CRITICO
C-Z4	MA-1 (SACO)	2,50-2,80	78,60	17,54	3,86	N.P.	N.P.	GP	0,416	25,33	108					7,70	2,13							
C-Z5	MA-1 (SACO)	1,50-1,80	74,30	17,22	8,48	N.P.	N.P.	GP		48,94	130					10,28	2,02							
C-Z6	MA-1 (SACO)	4,00-4,20	2,80	5,41	91,79	42,7	20,2	ML	0,401	39,51	626	12,69	1,750			12,72	1,77	0,44	33,1				ND1	NO CRITICO
S-1	SPT	1,20-1,50	52,70	37,85	9,45	N.P.	N.P.	GP																
S-1	TP	3,80-4,00	0,30	1,76	97,94	41,9	20,4	ML				14,82	1,949	2,238										
S-1	TP	6,20-6,50						ML				14,22		2,060						0,60	2,4			
S-1	TP	8,60-9,10	0,10	1,69	98,21	63,8	32,8	ML				21,09	1,650					0,26	25,4					
S-1	TP	11,25-11,65						ML							$2,27X^{-8}$									
S-2	SPT	1,20-1,80	4,80	14,06	81,14	33,5	14,1	CL	1,126															
S-2	MI	2,80-3,40						ML				30,14												
S-2	TP	3,60-3,90						ML				22,28	1,758	2,149										
S-2	SPT	5,20-5,80	0,00	0,67	99,33	55,7	24,0	ML																
S-2	TP	7,60-8,00						ML														0,10		
S-2	TP	8,80-9,20	0,30	1,08	98,62	40,2	18,4	ML				13,21	1,878	2,126										

*Los datos de granulometría incluidos en la presente tabla hacen referencia a los ensayos de granulometría por tamizado. Se pueden consultar las granulometrías por sedimentación (2 ensayos), en el Anejo 4: Ensayos de laboratorio.

Tabla 4. Ensayos realizados en la zona de la balsa nº 15 Zaidín.

Clave para la tabla de ensayos (Tabla 4):

Granulometría: UNE 103101.

Grava: % de material que retiene el tamiz con luz de malla de 5 mm.

Arena: % de material que pasa por el tamiz de 5 mm y lo retiene la malla de 0,08 mm.

Finos: % de material que pasa por el tamiz con luz de malla de 0,08 mm (pasan finos, es decir, arcillas y limos).

Límites de Atterberg: UNE 103103 y 103104.

LL: Límite líquido (%).

IP: Índice de plasticidad (%).

Agresividad química del suelo:

M.O.: Contenido en materia orgánica (%). UNE 103204.

CO_3: Contenido en carbonatos (%). UNE 103200.

SO_4^-: Contenido de ión sulfato (mg/kg).

W_{nat} : Humedad natural (%). UNE 103300.

γ_S: Densidad seca (kg/cm^3).

γ_{ap}: Densidad aparente (kg/cm^3).

Ensayo de compactación (proctor normal): UNE 103500.

$D_{max.}$: Densidad máxima (T/m^3) obtenido del ensayo proctor normal/modificado.

$W_{op.}$: Humedad óptima (%) obtenida del ensayo proctor normal/modificado.

Ensayo triaxial en suelos: UNE 103402.

c´: Valor de la cohesión (kp/cm^2) obtenida del ensayo triaxial de un suelo.

Φ´: Valor del ángulo de rozamiento interno (º) obtenido del ensayo triaxial de un suelo.

Ensayo de compresión simple o uniaxial en suelo/roca: UNE 103400 / 22950-90.

q_U: Rotura a compresión simple o uniaxial en probetas de roca (kp/cm^2).

ε: Módulo de deformación (%).

Ensayo edométrico para medida de la consolidación unidimensional: UNE 103405.

Cc: Índice de compresión.

Dispersabilidad por tubificación PIN-HOLE: NLT-207

Clasificación: ND1 (No Dispersivo Tipo 1).

Ensayo LAMBE: UNE-103.600

PVC: Cambio potencial de volumen.

3 Características geológicas de los materiales del subsuelo

3.1 Geología general

Geológicamente, la región se sitúa en la zona central de la Cuenca del Ebro. La Cuenca corresponde a la cuenca de antepaís de la Cordillera Pirenaica. El sustrato de la Cuenca del Ebro está constituido por un zócalo paleozoico, sobre el que se dispone una cobertera mesozoica incompleta, con predominio de materiales jurásicos y triásicos.

Los materiales que constituyen el relleno de la cuenca son sedimentos, de origen continental y de edad Oligoceno superior a Mioceno inferior. Hacia el NE afloran facies detríticas de origen aluvial, con escasas intercalaciones carbonáticas de origen lacustre. Hacia el SO predominan las facies carbonáticas con algunas intercalaciones detríticas y, ocasionalmente, con presencia de yesos nodulares dispersos en la masa arcillosa.

Los materiales presentan una disposición subhorizontal, observándose buzamientos de 2 a 3º, tan sólo a escala regional. Los depósitos más antiguos se ubican en los sectores septentrional y oriental. No se aprecian estructuras tectónicas cartografiables importantes en la región.

Desde el punto de vista geomorfológico presenta unidades de cuesta intermedia, terrazas y glacis.

3.2 Descripción litológica

En este apartado, se describen las características litológicas de las unidades estratigráficas diferenciadas en los sondeos y calicatas.

- Nivel 0: Terreno vegetal y rellenos antrópicos.

En la balsa 15 (Zaidín) aparecen suelos vegetales en la mayoría de las investigaciones. Estos presentan un espesor medio de 0,40 m.

Los rellenos antrópicos consisten en acopios de tierras excavadas en otros lugares y depositados en la parcela de estudio en forma de rellenos vertidos sin compactar. En la balsa nº 15 aparece una zona de rellenos vertidos de unos 3,00 m de espesor localizados en la mitad sur de la parcela de ampliación de la balsa.

- Nivel 1: Cuaternario aluvial.

Corresponde a un depósito aluvial formado por gravas y arenas que presenta un nivel freático. Estos materiales han aparecido en la mitad norte de la parcela de ampliación de la balsa, puesto que en la mitad sur parece que se ha realizado una excavación y rellenado con material arcilloso.

- Nivel 2: Sustrato terciario: Areniscas y arcillas rojas con yeso del Oligoceno-Mioceno.

Este nivel se corresponde con el sustrato terciario de la balsa número 15 (Zaidín). Corresponde con la unidad estratigráfica nº 6 del Mapa Geológico de Fraga (387). Se compone de intercalaciones de cuerpos arenosos y arcillas de tonos rojizos, en las que pueden observarse niveles de yesos nodulares y fibrosos. También se observan niveles centimétricos de carbonatos.

Los materiales que han aparecido en las investigaciones son las arcillas rojizas, aunque en los afloramientos cercanos se observan paquetes de areniscas.

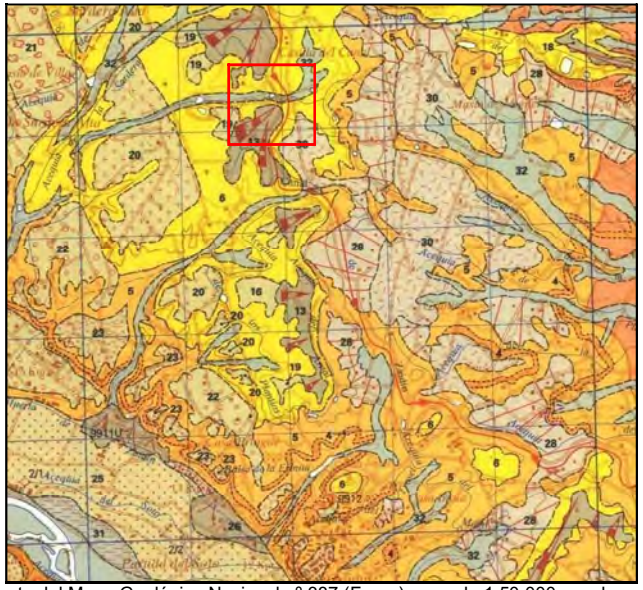


Figura 5. Recorte del Mapa Geológico Nacional nº 387 (Fraga) a escala 1:50.000, con la zona de la balsa nº 15 encuadrada en rojo.

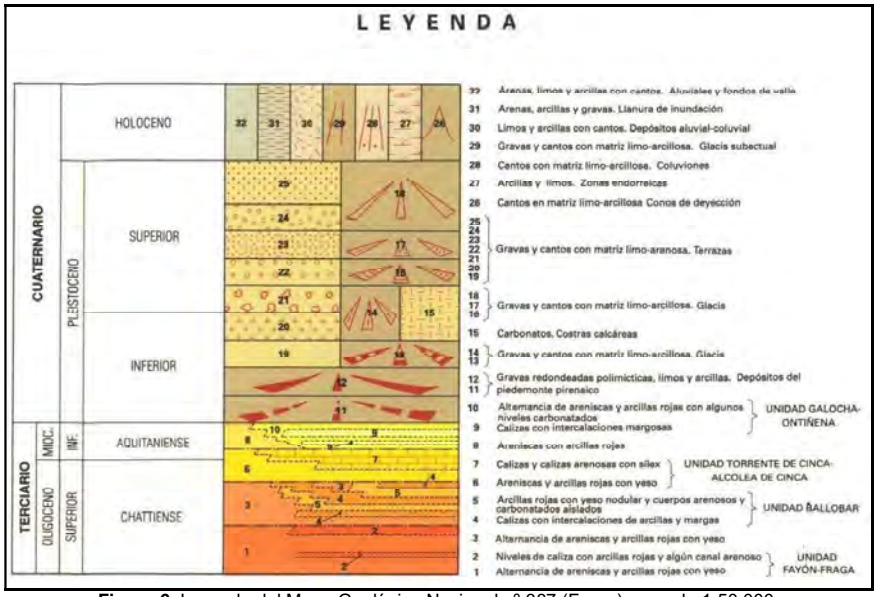


Figura 6. Leyenda del Mapa Geológico Nacional nº 387 (Fraga) a escala 1:50.000.

3.3 Niveles geotécnicos

De las unidades geológicas establecidas se procede a su reagrupamiento para clasificarlas en función de sus características geotécnicas:

UN. GEOTEC.	FORM. GEOLÓGICA	LITOLOGÍA
UG-0	Terreno vegetal y rellenos vertidos (TV+RV)	Arcilla arena y grava
UG-1	Depósitos cuaternarios	Gravas (GP)
UG-2	Sustrato terciario	Limos y Arcillas (ML, CL)

Tabla 5. Niveles geotécnicos presentes en la zona de estudio.

Para completar los resultados obtenidos en laboratorio, se han realizado una serie de cálculos con los datos obtenidos en campo. A continuación se expone la metodología empleada en la realización de dichos cálculos.

Se toma como N_{SPT} la suma del golpeo obtenido en los tramos 2º y 3º (N_{30}). Si se alcanzó rechazo en alguno de estos tramos, el valor atribuido es de 50 golpes. Dado que la suma de los golpeos de estos tramos puede resultar un número superior a 50, se igualará en estos el golpeo.

Para la obtención de los parámetros geotécnicos, se han empleado los datos de laboratorio, la información recogida in situ en la campaña de campo, así como las expresiones propuestas por Meyerhof (1956) y fórmulas y tablas al uso (Jiménez Salas y Justo Alpañes, 1975; Terzaghi y Peck 1948; Hunt, 1984) a partir de la correlación de los datos del N_{SPT}, obtenido del golpeo de los ensayos SPT realizados in situ en los sondeos, así como de la información bibliográfica (Manual de Taludes e Ingeniería Geológica).

Unidad Geotécnica 0:

Tierra vegetal y rellenos vertidos

Esta unidad engloba a los suelos agrícolas y naturales junto con los rellenos artificiales, como acopios de bolos y tierras removidas, por ser de características pésimas para su empleo en obra.

La zona superficial de unos 30 cm, está compuesta por tierra vegetal que sus altos contenidos en materia orgánica los hacen inservibles para materiales de construcción de rellenos. Estas circunstancias determinan su eliminación por lo que deberán ser retirados a lo largo de la extensión de la obra. Por otro lado los rellenos vertidos sin compactar, debido a su débil consistencia y resistencia, no garantizan características óptimas como apoyo de diques, terraplenes y obras de fábrica. No obstante, sí podrán aprovecharse como material para la construcción de diques o terraplenes.

Ensayos de caracterización geotécnica del material

Se recoge a continuación un cuadro resumen de las características geotécnicas.

Investigación	Prof.	USCS	Granulometría			Plasticidad*	
			Gravas	Arena	Finos	LL	IP
C-Z2 MA-1	1,10-1,30	CL	6	15,6	78,4	36,1	13,5
S-Z2 SPT-1	1,20-1,80	CL	4,8	14,1	81,1	33,5	14,1

Tabla 6. Granulometría expresada en % del peso. La plasticidad (Límites de Atterberg) se refiere a la fracción fina. Humedad en %. N.P. significa "no plástico".

Granulométricamente se trata de una arcilla de baja plasticidad, con un contenido de algo de arena e indicios de grava.

Ensayos de caracterización química

Investigación	Prof.	M.O.	$CaCO_3$	$SO_3^=$
C-Z2 MA-1	1,10-1,30	0,601	49,14	1.256
S-Z2 SPT-1	1,20-1,80	1,126	-	-

Tabla 7. M.O.: Contenido en materia orgánica en %; $CaCO_3$: Contenido de carbonato en %; $SO_3^=$: Contenido en sulfatos en mg/kg.

Siendo los valores de los ensayos de contenido en sulfatos inferiores a 2.000 mg/kg, se considera que **el terreno no es agresivo** frente al hormigón, no siendo necesario el empleo de aditivos especiales.

El suelo vegetal puede ser útil como sustrato de vegetación lo que es de interés para la restauración paisajística de la obra, toda vez que no se emplee como elemento resistente.

Por tanto se recomienda la acumulación del suelo vegetal en acopios para su empleo en la recuperación del paisaje dañado por la obra.

El espesor de tierra vegetal es variable pero siempre inferior a 0,50 metros, mientras que los rellenos vertidos presentan un espesor medio de 3,00 m. Ambos son, en cualquier caso, excavables a lo largo de toda su extensión.

Unidad Geotécnica 1

Depósitos cuaternarios: Gravas

Esta unidad se define por un depósito aluvial-coluvial de edad Cuaternario, que aparece en las parcelas de ampliación de la balsa 15 (Zaidín) por encima de la unidad U.G. 2. Se trata de gravas y en menor medida arenas. La grava presenta un tamaño comprendido entre 2 y 20 cm, con forma subredondeada y composición cuarcítica.

Ensayos de caracterización geotécnica del material

Se recoge a continuación un cuadro resumen de las características geotécnicas.

Investigación	Prof.	USCS	Granulometría			Plasticidad*	
			Gravas	Arena	Finos	LL	IP
C-Z1 MA-1	3,00-3,20	SP	0,1	91,83	8,07	N.P.	N.P.
C-Z4 MA-1	2,50-2,80	GP	78,60	17,54	3,86	N.P.	N.P.
C-Z5 MA-1	1,50-1,80	GP	74,30	17,22	8,48	N.P.	N.P.
S-Z1 SPT-1	1,20-1,50	GP	52,70	37,85	9,45	N.P.	N.P.

Tabla 8. Granulometría expresada en % del peso. La plasticidad (Límites de Atterberg) se refiere a la fracción fina. Humedad en %. N.P. significa "no plástico".

Granulométricamente se trata de una grava con un contenido variable en arena (entre algo y bastante) e indicios de arcilla. Tan sólo en la zona de la calicata C-Z1 presenta un tramo en el que predomina la arena sobre la grava.

Ensayos de caracterización química

Investigación	Prof.	M.O.	$CaCO_3$	$SO_3^=$
C-Z1 MA-1	3,00-3,20	0,423	26,04	-
C-Z4 MA-1	2,50-2,80	0,416	25,33	108
C-Z5 MA-1	1,50-1,80	-	48,94	130

Tabla 9. M.O.: Contenido en materia orgánica en %; $CaCO_3$: Contenido de carbonato en %; $SO_3^=$: Contenido en sulfatos en mg/kg

Siendo los valores de los ensayos de contenido en sulfatos inferiores a 2.000 mg/kg, se considera que **el terreno no es agresivo** frente al hormigón, no siendo necesario el empleo de aditivos especiales.

Ensayos de caracterización geomecánica

Para determinar la resistencia de los materiales que componen esta unidad, se han empleado los datos obtenidos en las pruebas de resistencia realizadas en los sondeos.

Material	Prof. (m)	γ_{seca}	ϕ	C´
Gravas cuaternarias	1-3	1,9	30-35	0,1-0,05

Tabla 10. Caracterización geomecánica inferida a partir del golpeo del N_{SPT} y los ensayos. γ_{Seca}: densidad seca en g/cm^3. ϕ: Ángulo de rozamiento interno en grados sexagesimales C´: cohesión en kp/cm^2.

Unidad Geotécnica 2

Sustrato terciario: Arcillas

Esta unidad comprende los terrenos terciarios arcillosos, que presentan un contenido variable en yesos y carbonatos. Aparece tanto en la zona del presente estudio, como en otros estudios desarrollados en la región. A pesar de pertenecer a unidades estratigráficas diferentes, su comportamiento geotécnico es equivalente en todas las zonas estudiadas, por lo que la caracterización de esta Unidad Geotécnica tendrá en cuenta todos los datos disponibles anteriormente mencionados.

Ensayos de caracterización geotécnica del material

Se recoge a continuación un cuadro resumen de las características geotécnicas.

Zona de estudio	Investigación	Prof.	USCS	Granulometría			Plasticidad*	
				Gravas	Arena	Finos	LL	IP
Balsa 15 (Zaidín)	C-Z3 MA-1	3,50-3,70	ML	0,1	1,9	98,0	38,4	18,1
	C-Z6 MA-1	4,00-4,20	ML	2,8	5,4	91,8	42,7	20,2
	S-Z1 TP-1	3,80-4,00	ML	0,3	1,8	97,9	41,9	20,4
	S-Z1 TP-3	8,60-9,10	ML	0,1	1,7	98,2	63,8	32,8
	S-Z2 SPT-2	5,20-5,80	ML	0	0,7	99,3	55,7	24,0
	S-Z2 TP-3	8,80-9,20	ML	0,3	1,1	98,6	40,2	18,4
Estudio realizado en Fraga	*C-F1 MA-1*	*2,00-2,20*	*ML*	*0,2*	*1,4*	*98,4*	*43,3*	*16,8*
	C-F2 MA-1	*1,40-1,60*	*ML*	*1,1*	*4,4*	*94,5*	*39,5*	*14,0*
	S-F1 SPT-1	*1,30-1,90*	*ML*	*0*	*0,8*	*99,2*	*33,8*	*11,3*
	S-F1 TP-1	*1,90-2,10*	*ML*	*0*	*0,5*	*99,5*	*54,0*	*23,4*
	S-F1 TP-2	*3,50-3,80*	*ML*	*0,7*	*8,3*	*91*	*49,9*	*27,1*
	S-F1 TP-3	*5,80-6,20*	*ML*	*3,6*	*3,1*	*93,3*	*34,2*	*15,3*
	S-F1 TP-4	*7,60-8,00*	*ML*	*4,1*	*4,6*	*91,3*	*64,0*	*34,2*
	S-F2 TP-1	*5,70-6,00*	*ML*	*0*	*0,2*	*99,8*	*54,6*	*24,0*

Tabla 11. Granulometría expresada en % del peso. La plasticidad (Límites de Atterberg) se refiere a la fracción fina. Humedad en %. N.P. significa "no plástico".

Granulométricamente y a partir de ensayos de granulometría por sedimentación, se trata de un limo y algo de arcilla de plasticidad variable, con un contenido de indicios de arena y prácticamente nada de grava. Los ensayos de expansividad realizados reflejan al material como no crítico, por lo que no se esperan problemas referentes a este aspecto.

Se han realizado dos ensayos de permeabilidad, dando resultados entre 1,80 E^{-8} cm/s y 2,27 E^{-8} cm/s.

Ensayos de caracterización química

Investigación	Prof.	M.O.	$CaCO_3$	$SO_3^=$
C-Z3 MA-1	3,50-3,70	0,394	49,34	1.096
C-Z6 MA-1	4,00-4,20	0,401	39,51	626

Tabla 12. M.O.: Contenido en materia orgánica en %; $CaCO_3$: Contenido de carbonato en %; $SO_3^=$: Contenido en sulfatos en mg/kg.

En la zona de estudio (balsa 15, Zaidín) el valor obtenido es menor de 2.000 mg/kg, e indica que el terreno no es agresivo, y **no es necesario** el uso de cementos sulforresistentes. No obstante, y aunque en la parcela de estudio no existan concentraciones elevadas de sulfatos, hay que tener en cuenta que los ensayos realizados para esta Unidad Geotécnica en otras parcelas de la región (concretamente en la zona de Fraga) mostraron contenidos en sulfatos superiores a 2.000 mg/kg.

Ensayos de caracterización geomecánica

Para determinar la resistencia de los materiales que componen esta unidad, es decir, el ángulo de rozamiento interno y la cohesión, se han realizado tres ensayos de resistencia a compresión simple o uniaxial y dos ensayos triaxiales, sobre muestra inalterada, consolidada y no drenada (CU). Los resultados aparecen resumidos en la siguiente tabla:

Zona estudio	Investigación	Prof.	S_C	ε	C	ϕ
Balsa 15 (Zaidín)	S-Z1 TP-2	6,20-6,50	0,6	2,4		
	S-Z1 TP-3	8,60-9,10	-	-	0,26	25,4
	S-Z1 TP-4	7,60-8,00	2,19	4,9	-	-
Estudio realizado en Fraga	*S-F1 TP-1*	*1,90-2,10*	*1,46*	*6*	-	-
	S-F1 TP-2	*3,50-3,80*			*0,10*	*31,21*

Tabla 13. S_C: Resistencia a compresión simple en kp/cm^2. ε: Deformación en % del ensayo de resistencia a compresión simple. C: Cohesión en kp/cm^2 obtenida del ensayo triaxial. ϕ: Ángulo de rozamiento interno en grados sexagesimales obtenido del ensayo triaxial.

Se considera que los valores de resistencia a compresión simple no son elevados, debido a que el material es un limo con arcilla, el cual presenta unas características mixtas entre material granular y cohesivo**.**

Se han realizado dos ensayos edométricos: S-Z2 7,60-8,00 m y *S-F1 3,50-3,80 m* (éste último realizado en la zona de Fraga), con valores de Cc de 0,17 y 0,10, respectivamente. Estos valores clasifican al suelo como poco compresible a medianamente compresible por lo que no se espera interferencias de la obra con los asientos posibles de los diques.

Adicionalmente, se han realizado sobre muestras remoldeadas cuatro ensayos Lambe para la identificación de posibles problemas de hinchamiento o retracción. En todos (C-Z3, C-Z6, *C-F1 y C-F2, estos dos últimos realizados en la zona de Fraga*), el resultado ha sido "No crítico", lo que indica que no se espera problemas en este sentido.

3.4 Sismicidad

Según la Norma sismorresistente (NSCE-02) para la edificación y la cartografía que adjunta, la aceleración básica sísmica ab es menor de 0,04 en la zona de estudio, con un coeficiente de contribución k = 1,0, por lo que no es necesario la aplicación de esta normativa.

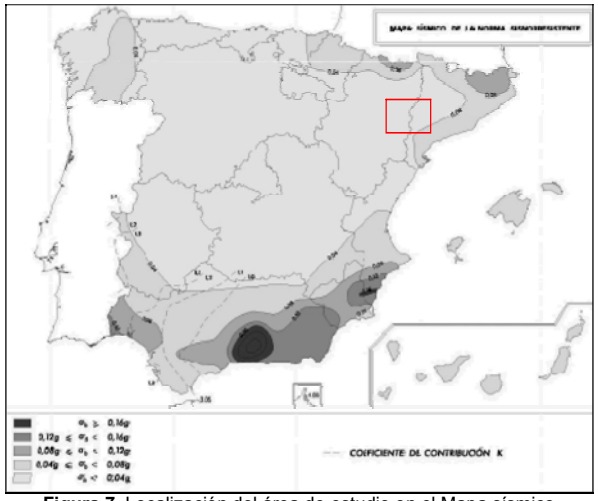


Figura 7. Localización del área de estudio en el Mapa sísmico

3.5 Hidrología e impermeabilización

Hidrográficamente los cauces presentes en la región son tributarios del río Ebro, fundamentalmente a través de los ríos Alcanadre y Cinca. Hacia el este el drenaje se produce por una red de vales o cursos de agua esporádicos que convergen en el río Segre, en las proximidades de la localidad de Alcarrás.

El río Cinca discurre en dirección NO-SE, presentando a su paso por la estación hidrológica de Fraga un caudal medio de 94 m^3/s. El río presenta un marcado carácter alóctono, manteniendo caudal a lo largo del año, a pesar de la aridez de la zona, donde el agua circula por los barrancos tan sólo durante las lluvias.

Las zonas húmedas se enclavan normalmente en zonas endorreicas, habiendo sido acondicionadas antrópicamente para concentrar aguas de escorrentía, destinadas a regadío y abrevamiento de ganado. Las aguas de estas balsas son de tipo bicarbonatado cálcico, con mineralización media.

El principal acuífero de la zona es el depósito aluvial del río Cinca. Está formado por los niveles de terrazas, la llanura de inundación y el propio aluvial. De las terrazas sólo aparece conectado en continuidad el nivel inferior. El espesor de cada una de estas terrazas es de 3 m aproximadamente. Su litología característica es de gravas y cantos en una matriz limo-arcillosa.

La transmisividad presenta valores comprendidos entre 100 y 500 m^2/día. La extracción de agua sirve mayoritariamente para el abastecimiento de granjas. Es notable el progresivo abandono del uso de las aguas subterráneas, debido al incremento de la utilización de aguas superficiales.

Los acuíferos terciarios presentan una permeabilidad baja o muy baja. Se incluyen en este grupo las facies areniscosas del Oligoceno superior y las calizas de la parte superior de la Unidad Torrente de Cinca. El nivel piezométrico se sitúa próximo a la superficie topográfica y adaptado a la misma.

En la zona de estudio se ha encontrado agua en la zona de la balsa nº 15, estimándose la procedencia de las pérdidas de una acequia contigua. Los materiales presentes son gravas arenosas, con una elevada permeabilidad que permiten el paso del agua. Estos materiales también pueden recargarse por el agua de lluvia y actuar como un acuífero colgado de escasa importancia a nivel productivo pero que deberá ser tenido en cuenta para la realización de las obras. A partir de la granulometría y las curvas de Breddin, se ha obtenido un valor de la permeabilidad entre 10-1000 m/d.

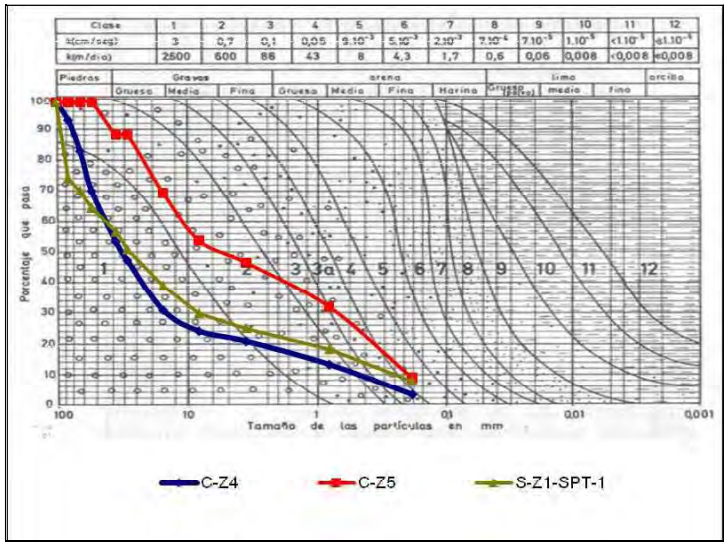


Figura 8. Curvas de Breddin.

El sustrato terciario, tanto en la parcela del presente estudio como en la zona de Fraga, se considera impermeable a la luz de los ensayos Lefranc realizados en los sondeos, con permeabilidades que oscilan entre 2,71X10^{-4} m/d a 1,24X10^{-5} m/d, por lo que se clasifica como impermeable.

Se recoge a continuación una tabla con diferentes valores de permeabilidad y su clasificación como acuíferos (Custodio y Llamas 1983),

Permeabilidad m/día	10^{-6} 10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 1 10 10^{2} 10^{3} 10^{4}				
Calificación	Impermeables	Poco permeable	Algo permeable	Permeable	Muy permeable
Calificación del acuífero	Acuícludo	Acuitardo	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero excelente
Tipo de materiales	Arcilla compacta Pizarra Granito	Limo arenoso Limo Arcilla limosa	Arena fina Arena limosa Caliza fracturada	Arena limpia Grava y arena Arena fina	Grava limpia

Figura 9. Tipos de acuíferos y materiales en función de la permeabilidad.

Se recomienda la utilización de láminas de PEAD para la impermeabilización de la balsa, debido a la presencia de materiales granulares en la zona de excavación prevista para la balsa.

Adicionalmente, deberán tomarse medidas para que no se produzcan interferencias con el nivel freático en la balsa, tales como drenes interceptores para evacuar los posibles niveles freáticos ocasionales y locales.

4 Conclusiones

4.1 Metodología de cálculo

Para la realización de las conclusiones, se ha empleado diferente metodología de cálculo, con el fin de obtener las características de excavabilidad y aprovechamiento de materiales, inclinación de los taludes y tensión admisible del terreno.

Excavabilidad

La excavabilidad de los materiales presentes en la zona de estudio ha sido estudiada a partir de la realización de calicatas ejecutadas con una retroexcavadora mixta.

Criterios de clasificación de suelos

Se han tomado muestras de los materiales que van a ser excavados y se han clasificado según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales 3 o PG-3, para su aprovechamiento en obras de tierra.

Las disposiciones del vigente Pliego General de Condiciones para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, más concretamente en su artículo 330, modificado según la Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo, publicada en el BOE 11-6-02, hace referencia solamente a terrenos naturales, clasificándose en 5 grupos: inadecuados, marginales, tolerables, adecuados y seleccionados.

Los parámetros de clasificación son:

- Contenido en finos.
- Plasticidad.
- Contenido en materia orgánica.
- Contenido en sales solubles.
- Contenido de yeso
- Granulometría.
- Hinchamiento.
- Índice de colapso

De acuerdo con este Pliego las condiciones mínimas a cumplir en el caso del **suelo seleccionado**, son las siguientes:

- Contenido de materia orgánica inferior al 0,02%.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al 0,02%.
- Granulometría máxima no superior a 10 cm.
- Cernido tamiz 0,40 UNE menor o igual al 15%, o en caso contrario que cumpla todas las condiciones siguientes:
  - Cernido tamiz 2 UNE menor del 80%.
  - Cernido tamiz 0,40 UNE menor del 75%.
  - Cernido tamiz 0,080 UNE menor del 25%.
  - Límite líquido menor de 30.
  - Índice de plasticidad menor de 10.

Los **suelos adecuados** son aquellos que, no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido de materia orgánica menor del 1%.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, menor del 0,02%.
- Granulometría máxima no mayor a 10 cm.
- Cernido tamiz 2 UNE menor del 80%.
- Cernido tamiz 0,080 UNE menor del 35%.
- Límite líquido menor de 40.
- Si LL > 30, el índice de plasticidad será superior a 4.

Los **suelos tolerables** son tales que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados o adecuados, cumplen las siguientes prescripciones:

- Contenido de materia orgánica inferior al 2%.
- Contenido en yeso inferior al 5%.
- Contenido en sales solubles distintas al yeso inferior al 1%.
- Límite líquido menor de 65.
  - Si límite líquido es mayor de 40 (LL > 40), el índice de plasticidad debe cumplir: IP > 0,73 (LL – 20).
- Asiento en el ensayo de colapso inferior al 1%.

- Hinchamiento libre menor del 3%, para muestra remoldeada según el ensayo Proctor Normal.

Se considera **suelo marginal** si no puede ser clasificado como tolerable, adecuado o seleccionado, y además cumple lo siguiente:

- Contenido de materia orgánica inferior al 5%.
- Hinchamiento libre menor del 5%, para muestra remoldeada según el ensayo Proctor Normal.
- Para límite líquido (LL>90), el índice de plasticidad debe cumplir: IP < 0,73 (LL – 20).

Se consideran **suelos inadecuados** todos los que no puedan ser englobados en uno de estos grupos; las turbas y los suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos (tocones, ramas…); y los suelos que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre ellos se desarrollen.

Criterios de clasificación de estabilidad de taludes

Para los materiales presentes en la zona de estudio, se ha realizado un análisis de estabilidad según los ábacos de Hoek y Bray, de 1977, para roturas circulares, con el fin de establecer el Factor de Seguridad (FS) que presentan los taludes.

Estos ábacos proporcionan un límite inferior del factor de seguridad obtenido, asumiendo que las tensiones normales en la superficie de deslizamiento se concentran en un único punto. Existen diferentes ábacos en función de la presencia y profundidad del nivel freático, que pudiera originar presiones intersticiales. En este caso se han empleado los ábaco 1 y 3 (ver Figuras 13 y 14, apartado 4.4 más abajo) donde el terreno se encuentra seco o parcialmente saturado.

Este cálculo se considera una aproximación, encontrándose del lado de la seguridad.

La formulación empleada es la siguiente:

$$\text{Parámetro adimensional: } \frac{c'}{H^* \, tg\varphi' * \lambda}$$

Se calcula en primer lugar un parámetro adimensional donde c´ es la cohesión efectiva (en condiciones drenadas), H es la altura del talud, tgφ´ es el ángulo de rozamiento interno efectivo, y λ es la densidad del terreno. Este valor nos da una recta radial en los ábacos, cuya intersección con la curva correspondiente al ángulo de talud, nos da un valor de tgφ´ / FS y de c´ / (H x λ x FS). A partir de aquí se obtiene el Factor de Seguridad.

Ψt es el ángulo del talud

$$\Psi t = \frac{tg\,\varphi'}{FS}$$

$$FS = \frac{tg\,\varphi'}{\Psi t}$$

Criterios para la realización del cálculo de la tensión admisible

Para estimar el valor de la tensión admisible en suelos cohesivos resulta adecuada la comprobación de carga de hundimiento en el nivel de apoyo de la cimentación mediante el criterio general de rotura propuesto por Brich-Hansen, que viene dado por para la siguiente expresión:

$$q_h = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0{,}5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$$

donde:

q_h es la carga de hundimiento.

c es la cohesión del terreno.

N_c, N_q, N_γ son coeficientes de capacidad de carga, función del ángulo de rozamiento interno efectivo del suelo (ϕ'). Se denominan, respectivamente, factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico.

s_c, s_q, s_γ son coeficientes de forma, función de las dimensiones de la zapata en planta

d_c, d_q, d_γ son coeficientes de profundidad que permiten tener en cuenta el efecto de la resistencia del terreno sobre el plano de cimentación.

i_c, i_q, i_γ son coeficientes de inclinación, que tienen en cuenta el efecto de la inclinación de la resultante de la carga.

q es la presión vertical debida a la sobrecarga del terreno a la profundidad de cimentación.

B es el ancho del cimiento.

γ es el peso específico del suelo por debajo de la base de la cimentación. En el caso de que durante la vida útil de la cimentación el nivel freático pueda alcanzar el nivel de la cimentación, deberá considerarse el peso específico sumergido del suelo.

D profundidad (en m) del apoyo de la cimentación, con respecto a la superficie actual del terreno.

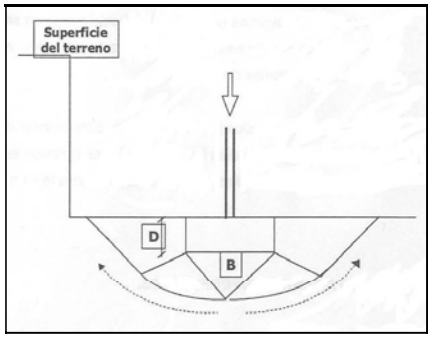


Figura 10. Diagrama en el que se observan los parámetro D y B.

En el caso de unas arcillas y limos, el ángulo de rozamiento interno se anula (a efectos de cálculo de resistencia), y la cohesión se corresponde con la resistencia al corte sin drenaje, quedando la fórmula:

$$q_h = Cu \cdot N_c + q$$

En los casos en que el terreno de sustitución presente menor densidad que el terreno natural, la q se desestima.

Criterios para el cálculo de los asientos

Para estimar la magnitud del asiento que se producirá en el terreno de apoyo de los diques, por efecto de la carga transmitida por estos, se aplica el método aproximado de Steinbrenner. La expresión que proporciona el asiento en el centro de la carga considerada flexible es la siguiente:

Donde:

A y B parámetros función del coeficiente de Poisson:

$A = 1 - \nu^2$

$B = 1 - \nu - 2\nu^2$

$\phi 1(a,b,z)$ y $\phi 2(a,b,z)$ parámetros función de las dimensiones del área cargada y de la profundidad del punto.

ν coeficiente de Poisson.

q carga media (kp/cm²).

b semiancho del cimiento (cm).

E módulo de deformación del terreno (kp/cm²).

Materiales Granulares: se considera que las los materiales que presenten una condición granular predominante a las cotas donde se prevé la cimentación, se realizará el cálculo de la tensión admisible para terrenos granulares, mediante las expresiones de Terzaghi y Peck (1948).

Carga admisible	Ancho de zapata
$q_{adm} = (N_{SPT} \times s) / 8$	$B \leq 1{,}20$ m
$q_{adm} = ((N_{SPT} \times s) / 12) \times (B + 0{,}3 / B)^2$	$B > 1{,}20$ m

4.2 Excavabilidad

La excavabilidad de los materiales presentes en la zona de la balsa se ha estudiado a partir de la realización de seis (6) calicatas, mediante una retroexcavadora mixta NEW HOLLAND LB 115.

Las calicatas ejecutadas para la excavabilidad de la balsa muestran, en su mayor parte, excavabilidad directa hasta los 4-4,5 m de profundidad, donde aparece un nivel de argilitas muy cementadas, donde se ofrece rechazo a la excavación. En la mitad norte, la presencia de gravas de bolos y nivel freático dificultará la realización de las excavaciones debido a los continuos derrumbes del material.

Para la realización de la excavación, podrá rebajarse el nivel freático o realizarse la ejecución en época de estiaje. Hay que tener en cuenta que el nivel freático puede proceder de las pérdidas de una acequia contigua o de la propia balsa ya construida, por lo que podrá limitarse la circulación de agua en la acequia o descender el nivel de agua de la balsa durante la fase de excavación con el objeto de facilitar los trabajos.

4.3 Aprovechamiento de materiales

Según los datos iniciales de proyecto, se contempla la ampliación de la balsa en la zona contigua. Se han analizado las características del sustrato natural para su empleo en obras de tierra

A partir de los datos de laboratorio y de la clasificación del PG-3 descrita en el apartado 4.1, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Los materiales ensayados en la zona de la balsa, pertenecientes a las diferentes unidades geotécnicas presentan los siguientes parámetros:

Calicata	U.G.	Prof. (m)	# 2	# 0,08	LL	IP	CaCO3	M.O.	Lambe
C Z1	1	3,00-2,20	99,90	8,07	NP	NP	26,04	0,42	No crítico
C-Z2	1	1,10-1,30	94,00	78,4	36,1	13,5	49,14	0,6	No crítico
C-Z3	0	3,50-3,70	99,90	98,00	38,4	18,1	49,34	0,39	No crítico
C-Z4	1	2,50-2,80	21,40	3,86	NP	NP	25,33	0,41	No crítico
C-Z5	1	1,50-1,80	25,47	8,48	NP	NP	48,94	1,12	No crítico
C-Z6	0	4,00-4,20	97,20	91,80	42,7	20,2	39,51	0,4	No crítico

Tabla 14. Valores de los ensayos realizados para la caracterización del suelo de cara a su aprovechamiento.

Siendo:

 # 2 es el cernido, o material que pasa, por el tamiz 2 UNE, según UNE 103101.
 # 0,08 es el cernido, o material que pasa, por el tamiz 0,080 UNE, según UNE 103101.
LL es el límite líquido según Límites de Atterberg: UNE 103103 y 103104.
IP es el índice de plasticidad según Límites de Atterberg: UNE 103103 y 103104.
CaCo3. es el contenido en carbonatos (%). UNE 103200.
M.O. es el contenido en materia orgánica (%). UNE 103204.
Lambe es potencial expansivo, según UNE 103600.

El material analizado presenta diferentes características, por un lado **las gravas cuaternarias**, podrían ser consideradas como **suelo adecuado**, debiendo analizarse el contenido en sales solubles para confirmarlo y retirar la primera capa de tierra vegetal para disminuir el contenido en materia orgánica. El **material arcillo limosos** cumple los requisitos para ser un **suelo tolerable**, aunque convendría analizar las sales solubles. No puede considerarse como seleccionado o adecuado principalmente por su alto contenido en finos.

Calicata	Prof. (m)	H. Óptima %	Densidad Max g/cm^3
C Z1	3,00-2,20	6,09	2,09
C-Z2	1,10-1,30	19,28	1,68
C-Z3	3,50-3,70	14,86	1,70
C-Z4	2,50-2,80	7,70	2,13
C-Z5	1,50-1,80	10,28	2,02
C-Z6	4,00-4,20	12,72	1,77

Tabla 15. Valores del ensayo Próctor.

Se han realizado ensayos de dispersividad, obteniendo un resultado de *No dispersivos tipo1 ND1.*

4.4 Estabilidad de taludes

La estabilidad de taludes se ha analizado en base a los ensayos de campo y a los ensayos de laboratorio. La estabilidad se divide en dos zonas, una la zona del terraplén y otra la del desmonte.

Terraplén:

Se han realizado dos ensayos triaxiales en muestra remoldeada con los siguientes resultados

Investigación	Prof.	C	ϕ
C-Z3 MA-1	3,50-3,70	0,11	29,1
C-Z6 MA-1	4,00-4,20	0,44	33,1

Tabla 16. Valores de los parámetros resistentes.

Los parámetros de cálculo que se emplearán se han determinado a partir de los ensayos realizados en el laboratorio, de las observaciones de campo y de la bibliografía existente (correlaciones de los parámetros resistentes con el N_{SPT}, "Manual de Taludes ITGE, 1985 e "Ingeniería Geológica" 2002),

Se ha tenido en cuenta que los materiales granulares se mezclarán con los cohesivos, obteniendo un valor único para los parámetros resistentes.

Material	Cota (m)	c´ (t/m^2)	ϕ´ (º)	γ_s (t/m^3)
UG-2 (arcillas terciarias)	0,00-6,00	1,5	30	1,68

Tabla 17. Parámetros geotécnicos empleados para los cálculos de estabilidad de los taludes de la balsa.

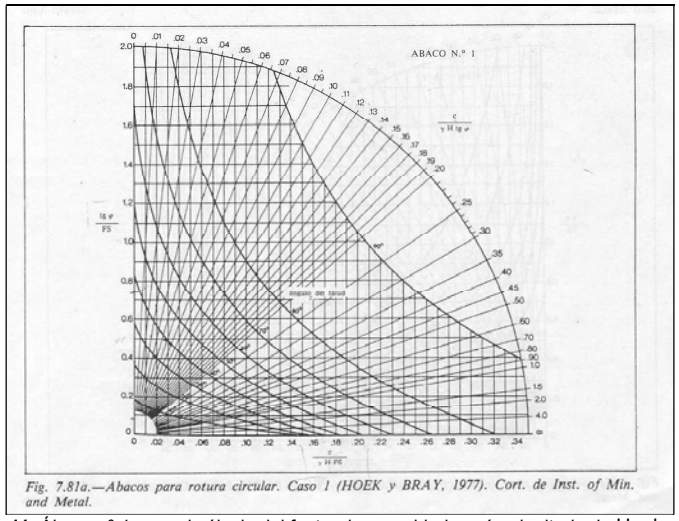


Figura 11. Ábaco nº 1 para el cálculo del factor de seguridad según el criterio de Hoek y Bray.

Usando los valores que aparecen en la tabla superior como característicos del material, se obtienen los siguientes ángulos y factores de seguridad:

Ángulo del talud (º)	Factor de seguridad
30	2,3

Tabla 18. Resumen de la relación ángulo del talud-Factor de seguridad para los terraplenes.

Este dato refleja que el talud sería estable para una inclinación de 30º.

Desmonte:

Se ha realizado un ensayo triaxial en los materiales terciarios con un resultado de valores efectivos de cohesión de 0,26 kp/cm^2 y de ángulo de rozamiento interno de 25,4º. Hay que tener en cuenta que los primeros metros se excavarán en una zona con material granular y que podrá estar parcialmente saturado en agua, para estos materiales se ha estimado unos parámetros resistentes de cohesión de 0,05 kp/cm^2 y de ángulo de rozamiento interno de 35º. Con estos valores y considerando un ángulo de inclinación de 30ºy una altura de hasta 3 m en cada material (6 m en total), se obtiene el siguiente factor de seguridad

Ángulo del talud (º)	Factor de seguridad
30	>2

Tabla 19. Resumen de la relación ángulo del talud-Factor de seguridad para los desmontes.

Si utilizamos el ábaco nº 2, donde se recoge que parte del terraplén se puede encontrar saturado en agua, obtenemos el siguiente factor de seguridad.

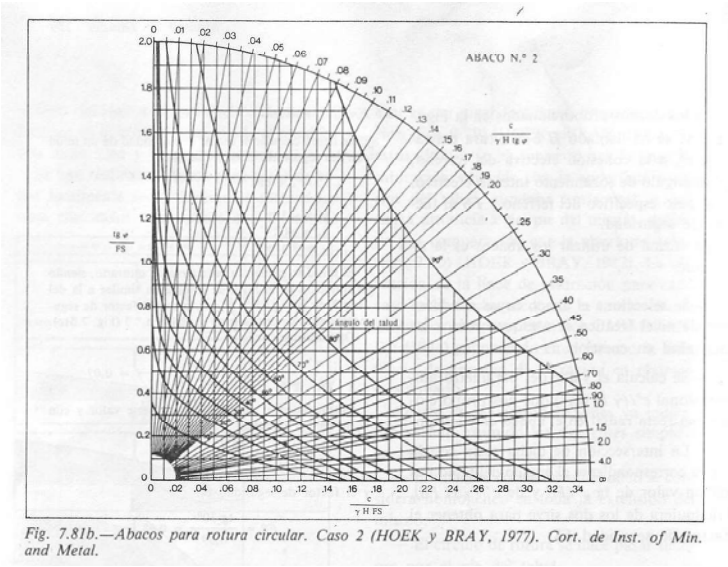


Figura 12. Ábaco nº 2 para el cálculo del factor de seguridad según el criterio de Hoek y Bray.

Ángulo del talud (º)	Factor de seguridad mínimo
30º	1,7

Tabla 20. Resumen de la relación ángulo del talud-Factor de seguridad para los terraplenes.

Los taludes se considera que disminuyen su estabilidad (aún siendo estables) por la presencia del nivel freático, por lo que se recomienda la impermeabilización y tratamiento de nivel freático para evitar interferencias con la obra.

4.5 Condiciones de cimentación

No se contempla la construcción de elementos resistentes salvo el apoyo de los diques. Estos podrán apoyarse en las gravas cuaternarias, en la mitad norte de la parcela. En la mitad sur se ha comprobado que la cota de fondo de la balsa está localizada sobre la unidad de rellenos, la cual presenta un espesor de 3 m. Ésta unidad deberá ser retirada, para posteriormente realizar un relleno con material granular compactado o bien, ejecutar el apoyo de los diques sobre el sustrato terciario.

A partir de la formulación propuesta para materiales granulares, se considera que la tensión admisible del terreno es > de 5 kg/cm^2 con asientos máximos de 2,54 cm. Los materiales de relleno en el caso de que deba de realizarse, deberán tener una compactación tal que permita obtener tensiones admisibles superiores a los 2,5 kg/cm^2. Se recomienda realizar algún ensayo de resistencia una vez finalizado el relleno para comprobar este dato.

5 Recomendaciones

5.1 Excavación y aprovechamiento de los materiales

La excavabilidad de la balsa se podrá llevar a cabo mediante maquinaria convencional.

Es importante tener en cuenta la presencia del nivel freático en la balsa nº 15, que implicará dificultades en la excavación de los materiales. El nivel freático se considera asociado a una acequia contigua y a posibles pérdidas de la balsa ya construida.

5.2 Taludes en desmonte

El factor de seguridad para taludes de hasta 30º y 6 m de altura es superior a 2, por lo que se consideran estables. En esta balsa deberá ser tenido en cuenta la presencia del nivel freático en los primeros metros para evitar inestabilidades y caídas del material, durante su ejecución y la realización de drenes interceptores o similares para la estabilidad de la misma en el tiempo.

5.3 Taludes en terraplén

Los taludes en terraplén para la balsa del presente estudio se consideran estables para inclinaciones de 30 º y hasta 6 m de altura, empleando los materiales de la U.G. 2 (arcillas terciarias). Se podrían emplear también los materiales correspondientes a la U.G. 1 (gravas aluviales), pero la inclinación y altura de los taludes deberá reducirse.

De manera adicional, se recomienda realizar una impermeabilización de los materiales para garantizar su estabilidad.

5.4 Cimentación

No se espera la realización de elementos resistentes, salvo el apoyo de los diques, los cuales podrán apoyarse directamente sobre las gravas de la UG 1 y realizar una sustitución del terreno en la zona de los rellenos por material compactado.

5.5 Agresividad

De acuerdo con el artículo 8.2. de la Instrucción EHE, la agresividad expresada para suelos en función de los parámetros establecidos presenta valores inferiores al mínimo considerado, **no siendo necesario** el empleo de cemento sulforresistente.

5.6 Sismicidad

No se tiene constancia de actividad sísmica de importancia en la zona. Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCS-02, la zona objeto de estudio presenta una aceleración sísmica básica inferior a 0,10g. La aplicación de esta Norma está condicionada a la importancia de la construcción, por lo que, a priori, se descarta su aplicación.

5.7 Impermeabilización

Se recomienda una impermeabilización de la balsa con el uso de lámina PEAD (polietileno de alta densidad). Es importante tener en cuenta que en las parcelas de ampliación previstas para la balsa, se ha detectado un nivel freático asociado a una acequia o a la propia balsa, y los materiales son en su primer tramo granulares de alta permeabilidad.

6 Resumen

Se ha realizado un estudio geológico-geotécnico y de prospección de materiales en el emplazamiento previsto para la modernización de una balsa de regadío en el término municipal de Zaidín.

Los trabajos que se han descrito, se centran en describir las condiciones geológico-geotécnicas que presentan los materiales respecto a la construcción de la balsa.

Los trabajos de reconocimiento, tanto de campo como de gabinete y laboratorio han permitido la realización del presente estudio geotécnico que consta de 40 páginas y 6 anejos, en el que se describen los trabajos realizados y las conclusiones y recomendaciones geotécnicas para lo previsto en el proyecto.

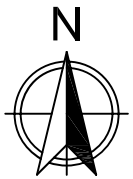
Madrid, 3 de septiembre de 2.010

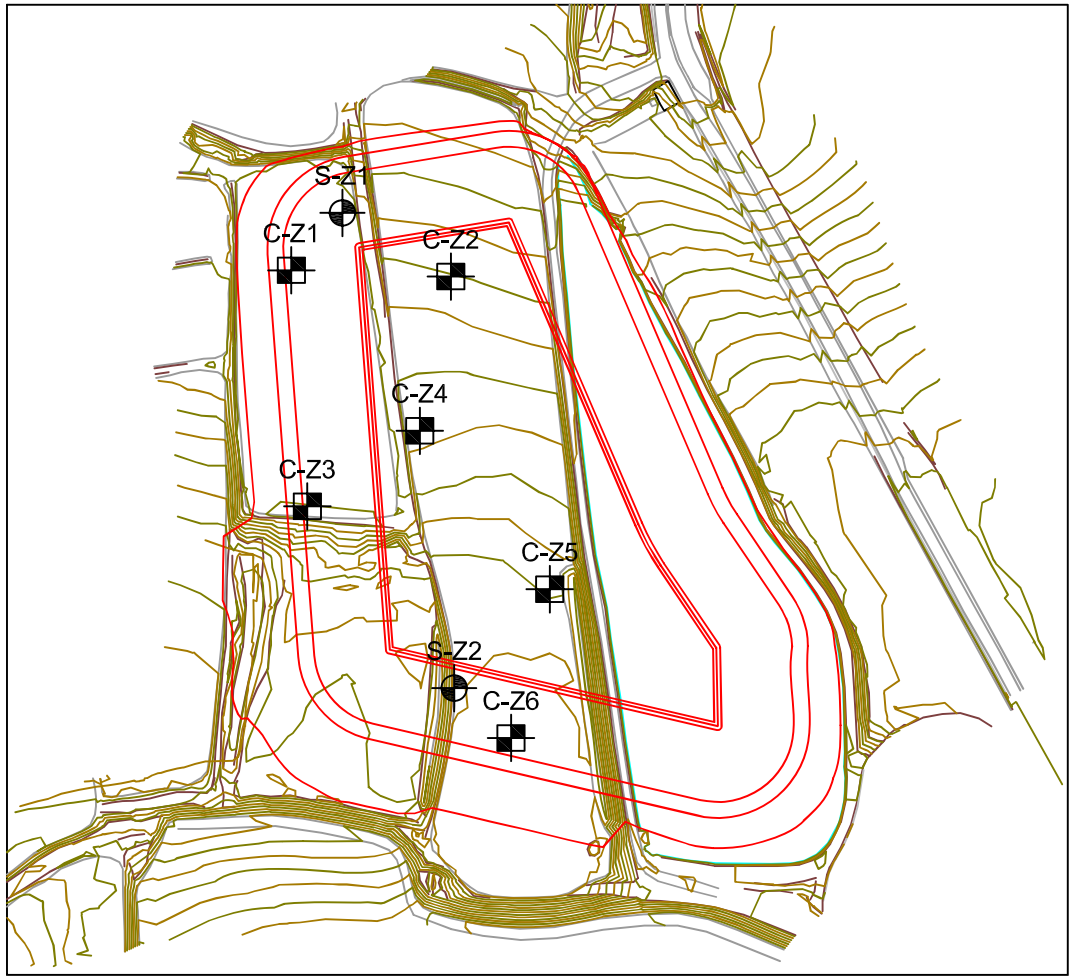
Guillermo Galán Martínez
Geólogo. Master en Hidrología General y Aplicada
Colegiado nº 4.635.

Anejos

Anejo 1

SITUACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO





Escala

0 50 100 (m)

SIMBOLOGÍA

CALICATA SONDEO

AUTOR:	CLIENTE:	PROYECTO:	PLANO:	FECHA:	ESCALA:
GHM Consultores	Tragsatec Grupo Tragsa	Estudio geológico-geotécnico y de prospección de materiales, para la construcción de una balsa en el término municipal de Zaidín (Huesca)	ANEJO 1: SITUACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO Plano 1. Balsa 15 (Zaidín)	SEPTIEMBRE 2.010	GRÁFICA (METROS)

Anejo 2

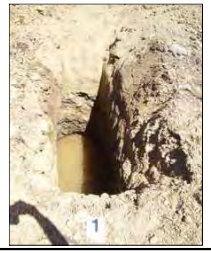
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LAS CALICATAS

EMPRESA:	**GHM CONSULTORES S.L.P.**
PETICIONARIO:	**TRAGSATEC**
OBRA:	**BALSA ZAIDÍN**

CALICATA:				COORDENADAS	
C-Z1	**FECHA :** 05-08-10	**SUPERVISOR:** DANIEL MONTES		**X =**	271.783
		MÁQUINA : NEW HOLLAND LB 115		**Y =**	4.614.505
		POTENCIA:		**Z =**	239

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES: DESCRIPCIÓN	% QUE PASA TAMIZ Nº 5	% QUE PASA TAMIZ Nº 0,08	LÍMITES L.L. (%)	LÍMITES I.P. (%)	QUÍMICOS M. ORGÁNICA (%)	QUÍMICOS CARBONATOS (%)	QUÍMICOS SULFATOS (mg/kg)	QUÍMICOS ACIDEZ Bé-G (mg/kg)	Proctor Mod. HUMEDAD (%)	Proctor Mod. DENSIDAD (t/m³)
0,50		**0,00-1,40 m. RA+TV. TIERRAS LABOREO Y RELLENOS VERTIDOS.** MEZCLA DE ARCILLAS Y GRAVAS. No presenta humedad notable.										
1,00												
1,50		**1,40-3,70 m. FORMACIÓN CUATERNARIO.** GP. GRAVAS CON PROPORCIONES DE ARENA ENTRE ALGO Y BASTANTE. Grandes cantos de cuarcita y granito subredondeados (transporte). Ø entre 3 y 25 cm , va incrementándose en profundidad.										
2,00												
2,50		El fondo de la zanja se rellena de agua por el rezume hasta los 2,40 m de profundidad.										
3,00		Se toma muestra alterada 1 entre 3,00-3,20 m (2 sacos) (Grava con arenas).	99,9	8,07	N.P.	N.P.	0,423	26,04			6,09	2,09
3,50		Entre 3,50 y 3,70 m la grava aparece algo cementada y compactada.										
4,00		**3,70 m FIN DE LA CATA.** Estabilidad: Buena, con algún pequeño desplome de gravas. Excavabilidad:: Directa, marginal en zona inferior cementada.										
4,50												
5,00												

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



EMPRESA:	**GHM CONSULTORES S.L.P.**
PETICIONARIO:	**TRAGSATEC**
OBRA:	**BALSA ZAIDÍN**

CALICATA:				COORDENADAS	
C-Z2	**FECHA :** 05-08-10	**SUPERVISOR:** DANIEL MONTES		**X =**	271.833
		MÁQUINA : NEW HOLLAND LB 115		**Y =**	4.614.503
		POTENCIA:		**Z =**	242

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES: DESCRIPCIÓN	% QUE PASA TAMIZ Nº 5	% QUE PASA TAMIZ Nº 0,08	LÍMITES L.L. (%)	LÍMITES I.P. (%)	QUÍMICOS M. ORGÁNICA (%)	QUÍMICOS CARBONATOS (%)	QUÍMICOS SULFATOS (mg/kg)	QUÍMICOS ACIDEZ Bé-G (mg/kg)	Proctor Mod. HUMEDAD (%)	Proctor Mod. DENSIDAD (t/m³)
		0,00-0,30 m. TV+RA. TIERRAS DE LABOREO.										
0,50		**0,30-1,70 m. RA. RELLENOS ANTRÓPICOS VERTIDOS.** CL. ARCILLAS DE COLOR MARRÓN CLARO ANARANJADO CON PROPORCIONES VARIABLES DE GRAVAS, ENTRE INDICIOS Y ALGO. Nivel seco.										
1,00		Se toma muestra alterada 1 entre 1,10-1,30 m (2 sacos) (Muestra seca).	94	78,4	36,1	13,5	0,601	49,14	1,256		19,28	1,68
1,50												
2,00		**1,70-3,30 m. FORMACIÓN CUATERNARIO.** GP. GRAVAS CON ARENA ENTRE ALGO Y BASTANTE. Grandes cantos, Ø variable entre 2 y 20 cm.										
2,50												
3,00		A partir de 3,00 m el terreno está húmedo y rezuma agua, llenando la zanja de 3,20 a 3,30 m.										
3,50		**3,30 m FIN DE LA CATA.** Excavabilidad: Directa, marginal a fin de cata. Estabilidad: Buena.										
4,00												
4,50												
5,00												

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

EMPRESA:	**GHM CONSULTORES S.L.P.**				
PETICIONARIO:	**TRAGSATEC**				
OBRA:	**BALSA ZAIDÍN**				
CALICATA:		**SUPERVISOR:**	DANIEL MONTES	COORDENADAS	**X =** 271.788
C-Z3	**FECHA :** 05-08-10	**MÁQUINA :**	NEW HOLLAND LB 115		**Y =** 4.614.431
		POTENCIA:			**Z =** 238

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES / DESCRIPCIÓN	% QUE PASA TAMIZ Nº 5	% QUE PASA TAMIZ Nº 0,08	LÍMITES L.L. (%)	LÍMITES I.P. (%)	QUÍMICOS M. ORGÁNICA (%)	QUÍMICOS CARBONATOS (%)	QUÍMICOS SULFATOS (mg/kg)	QUÍMICOS ACIDEZ Bx-G (mg/kg)	Proctor Mod. HUMEDAD (%)	Proctor Mod. DENSIDAD (t/m³)
		0,00-0,30 m. TV. TIERRAS DE LABOREO. MEZCLA DE ARCILLAS Y GRAVAS.										
0,50		**0,30-2,80 m. RA. RELLENOS ANTRÓPICOS.** GP-SM-CL. MEZCLA DE GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS. Relleno para nivelación de vaguada.										
1,00												
1,50												
2,00												
2,50												
3,00		**2,80-3,40 m. FORMACIÓN CUATERNARIO** GP. GRAVAS CON ARCILLAS. Aparece algo de humedad. Rezuma lentamente y se llena de agua hasta los 4,10 m.										
3,50		**3,40-4,20 m. FORMACIÓN SUSTRATO TERCIARIO.** CL. ARCILLAS ROJAS SIN COMPONENTE GRANULAR O POCO. No hay agua, solo algo de humedad. Se toma muestra alterada 1 entre 3,50-3,70 m (2 sacos) (Algo de humedad).	99,9	98,00	38,4	18,1	0,394	49,34	1.096		14,86	1,70
4,00												
4,50		**4,20 m FIN DE LA CATA.** Estabilidad: Buena. Excavabilidad: Directa.										
5,00												

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

EMPRESA:	**GHM CONSULTORES S.L.P.**				
PETICIONARIO:	**TRAGSATEC**				
OBRA:	**BALSA ZAIDÍN**				
CALICATA:		**SUPERVISOR:**	DANIEL MONTES	COORDENADAS	**X =** 271.817
C-Z4	**FECHA :** 05-08-10	**MÁQUINA :**	NEW HOLLAND LB 115		**Y =** 4.614.453
		POTENCIA:			**Z =** 239

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES / DESCRIPCIÓN	% QUE PASA TAMIZ Nº 5	% QUE PASA TAMIZ Nº 0,08	LÍMITES L.L. (%)	LÍMITES I.P. (%)	QUÍMICOS M. ORGÁNICA (%)	QUÍMICOS CARBONATOS (%)	QUÍMICOS SULFATOS (mg/kg)	QUÍMICOS ACIDEZ Bx-G (mg/kg)	Proctor Mod. HUMEDAD (%)	Proctor Mod. DENSIDAD (t/m³)
0,50		**0,00-0,80 m. TV+RA. TIERRA LABOREO.** CL-GC. GRAVAS ARCILLOSAS O ARCILLAS CON GRAVAS. El contenido en grava aumenta en profundidad. Tamaños de grava entre 2 y 4 cm de media.										
1,00		**0,80-3,10 m. FORMACIÓN CUATERNARIA.** GP. GRAVAS CON BASTANTE ARENA Y ALGO DE ARCILLA. La grava presenta algo de humedad a 0,80 m , y aumenta su saturación en profundidad.										
1,50												
2,00												
2,50		La zanja se llena de agua hasta los 2,40 m. Se toma muestra alterada 1 entre 2,50-2,80 m (2 sacos) (Zona saturada). El fondo de la cata se llena de agua.	21,4	3,86	N.P.	N.P.	0,416	25,33	108		7,70	2,13
3,00												
3,50		**3,10 m FIN DE LA CATA.** Estabilidad: Regular en zona saturada. Excavabilidad: Buena, marginal hacia fin de la cata.										
4,00												
4,50												
5,00												

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

EMPRESA:	**GHM CONSULTORES S.L.P.**
PETICIONARIO:	**TRAGSATEC**
OBRA:	**BALSA ZAIDÍN**

CALICATA:				COORDENADAS	
C-Z5	**FECHA :** 05-08-10	**SUPERVISOR:** DANIEL MONTES		**X =**	271.864
		MÁQUINA : NEW HOLLAND LB 115		**Y =**	4.614.405
		POTENCIA:		**Z =**	237

OBSERVACIONES:

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	% QUE PASA TAMIZ Nº 5	% QUE PASA TAMIZ Nº 0,08	LÍMITES L.L. (%)	LÍMITES I.P. (%)	QUÍMICOS M. ORGÁNICA (%)	QUÍMICOS CARBONATOS (%)	QUÍMICOS SULFATOS (mg/kg)	QUÍMICOS ACIDEZ Bé-G (mg/kg)	Proctor Mod. HUMEDAD (%)	Proctor Mod. DENSIDAD (t/m³)
		0,00-0,30 m. RV+TV. TIERRAS LABOREO. GM. GRAVAS CON BASTANTE LIMO.										
0,50		**0,30-2,90 m. FORMACIÓN CUATERNARIA.** GP. GRAVAS CON BASTANTE ARENA. Aparece humedad desde 0,50 m y algo de limos.										
1,00		Ø entre 3 y 20 cm. Naturaleza: cuarcítica y granítica.										
1,50		Se toma muestra alterada 1 entre 1,50-1,80 m (2 sacos) (Zona no saturada). La cata se llena de agua. Nivel: 1,80 m.	25,7	8,48	N.P.	N.P.		48,94	130		10,28	2,02
2,00												
2,50												
3,00		**2,90-3,00 m. FORMACIÓN SUSTRATO TERCIARIO.** CL. ARCILLA ROJIZA ALTA CONSISTENCIA. **3,00 m FIN DE LA CATA.** Estabilidad: Media, desplomes en zona saturada. Excavabilidad: Directa, marginal en zona gravas.										
3,50												
4,00												
4,50												
5,00												

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

EMPRESA:	**GHM CONSULTORES S.L.P.**
PETICIONARIO:	**TRAGSATEC**
OBRA:	**BALSA ZAIDÍN**

CALICATA:				COORDENADAS	
C-Z6	**FECHA :** 05-08-10	**SUPERVISOR:** DANIEL MONTES		**X =**	271.839
		MÁQUINA : NEW HOLLAND LB 115		**Y =**	4.614.368
		POTENCIA:		**Z =**	236

OBSERVACIONES: Zona sur de la parcela. Zona de relleno para nivelar parcela.

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	% QUE PASA TAMIZ Nº 5	% QUE PASA TAMIZ Nº 0,08	LÍMITES L.L. (%)	LÍMITES I.P. (%)	QUÍMICOS M. ORGÁNICA (%)	QUÍMICOS CARBONATOS (%)	QUÍMICOS SULFATOS (mg/kg)	QUÍMICOS ACIDEZ Bé-G (mg/kg)	Proctor Mod. HUMEDAD (%)	Proctor Mod. DENSIDAD (t/m³)
		0,00-0,80 m. TIERRA LABOREO Y RELLENOS VERTIDOS. CL-GC. MEZCLA DE ARCILLAS Y GRAVAS CON RESTOS VEGETALES.										
0,50												
1,00		**0,80-1,10 m. RA. RELLENOS ANTRÓPICOS VERTIDOS.** GP. GRAVAS CON ALGO DE ARENAS.										
1,50		**1,10-3,50 m. RA. RELLENOS ANTRÓPICOS VERTIDOS.** CL. ARCILLAS ROJIZAS CON ALGO DE GRAVAS Y ALGO ARENAS.										
2,00												
2,50		Entre 2,50 y 3,00 m rezuma agua que va llenando la zanja, muy lentamente.										
3,00												
3,50		**3,50-4,40 m. FORMACIÓN SUSTRATO TERCIARIO.** CL. ARCILLAS ROJIZAS SIN GRAVAS O POCAS GRAVAS. Entre ALGO o INDICIOS de grava Ø media 1-3 cm.										
4,00		Se toma muestra alterada 1 entre 4,00-,20 m (2 sacos) (No saturada).	97,2	91,8	42,7	20,2	0,401	39,51	626		12,72	1,77
4,50		**4,40 m FIN DE LA CATA.** Estabilidad: Regular, desplome de arcillas. Excavabilidad: Directa.										
5,00												

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA

Anejo 3

REGISTRO DE LOS SONDEOS Y ENSAYOS DE PERMEABILIDAD LEFRANC

EMPRESA: GHM CONSULTORES S.L.P.
PETICIONARIO: TRAGSATEC
OBRA: BALSA ZAIDÍN

GHM Consultores

SONDEO	FECHA INICIO: 07-08-10	SUPERVISOR: DANIEL MONTES	COORDENADAS	X = 271.802
S-Z1	FECHA FIN: 12-08-10	MÁQUINA: TECOINSA TP-50 ORUGA		Y = 4.614.517
	HOJA: 1/2	SONDISTA: ANTONIO GORDO		Z =

OBSERVACIONES:

PROFUNDIDAD (m)	SATÉSA	REVESTIMIENTO	COTA RECUPERACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N_{30}	(%) QUE PASA UNE 5	(%) QUE PASA UNE 0,08	PLASTICIDAD (%) LL	PLASTICIDAD (%) IP	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)
0			80%		**0,00-0,90 m. RV. RELLENOS VERTIDOS.** ML. LIMO MARRÓN CLARO.											
1	B 86 V	CON	81%		**0,90-3,20 m FORMACIÓN CUATERNARIO.** GM-GP. GRAVA CON UN CONTENIDO DE LIMO VARIABLE.	SPT-1	1,20	R	47,30	9,45	N.P.	N.P.				
			29/10		La grava se presenta cantos de cuarcita subredondeados entre 5 y 50 mm.		1,50									
			70%		Presenta ALGO de arena e INDICIOS-ALGO de limo. La arcilla presenta colores de alteración entre marrón denso y rojizo (materia orgánica).											
2			89%		N_{30} = R = N_{spt} La zona de grava se encuentra parcialmente saturada en agua, por su proximidad a una acequia.											
			0/10			STP-2	2,60									
3			80%		El SPT-2 se realiza con puntaza ciega. N_{30} = 50R = N_{spt}		2,70	R								
			98%		**3,20-13,30 m. FORMACIÓN SUSTRATO TERCIARIO.** CL. ARCILLA MARRÓN ANARANJADA. CONSISTENCIA DURA.	TP-1	3,80		99,70	97,90	41,90	20,40	14,82	1,949		
4							4,00									
5			94%													
6			96%			TP-2	6,20									0,60
			27/0		N_{30} = 50R = N_{spt}		6,50									
7			98%			SPT-3	6,65	R								
					A partir de 7,30 m la arcilla presenta color amarillento con pequeños niveles grisáceos.											
8			94%													
						TP-3	8,60									
9									99,90	98,20	63,80	32,80				
							9,10									
			37/45		N_{30} = 72 = N_{spt}	SPT-4	9,20	72								
10			103%				9,65									

EMPRESA: GHM CONSULTORES S.L.P.
PETICIONARIO: TRAGSATEC
OBRA: BALSA ZAIDÍN

GHM Consultores

SONDEO	FECHA INICIO: 07-08-10	SUPERVISOR: DANIEL MONTES	COORDENADAS	X = 271.802
S-Z1	FECHA FIN: 12-08-10	MÁQUINA: TECOINSA TP-50 ORUGA		Y = 4.614.517
	HOJA: 2/2	SONDISTA: ANTONIO GORDO		Z =

OBSERVACIONES:

PROFUNDIDAD (m)	SATÉSA	REVESTIMIENTO	COTA RECUPERACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N_{30}	(%) QUE PASA UNE 5	(%) QUE PASA UNE 0,08	PLASTICIDAD (%) LL	PLASTICIDAD (%) IP	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)
10			100%		**3,20-13,30 m. FORMACIÓN SUSTRATO TERCIARIO.** CL. ARCILLA MARRÓN ANARANJADA. CONSISTENCIA DURA.											
11	BSW	NO	100%			TP-4	11,25									
							11,65									
12			100%													
13			100%													
14					**13,30 m. FIN DEL SONDEO.** 4 SPT 4 TP 13,30 m PVC 1 ARQUETA 5 CAJAS PORTATESTIGOS											
15																
16																
17																
18																
19																
20																

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC CON NIVEL VARIABLE

CLIENTE Tragsatec

PROYECTO: 053-10 **FECHA:** 6-ago-10
OBRA: Balsa Zaidín
REALIZADO POR: GHM CONSULTORES

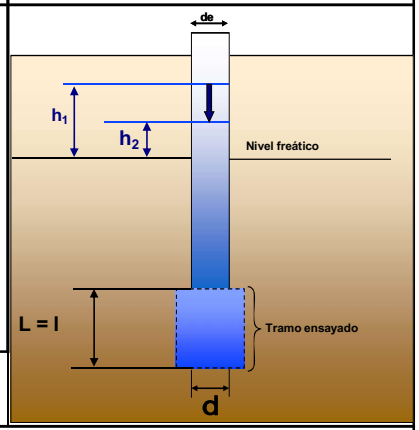
SONDEO: S-Z1 **ENSAYO:** 1
TRAMO ENSAYADO **COTA INICIO (m):** 9 **COTA FINAL (m):** 10,50

$$K = \frac{d_e^2 \ln(2L/d)}{8L \cdot t} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

K= Conductividad hidraúlica
h1, h2= altura del agua al principio y al final de un tiempo t
t = Tiempo trascurrido entre la observación h1y h2
L=Longitud de la zona filtrante
d= diametro de la zona filtrante
de=diametro de la entubación (puede ser igual a d)

Jimenez Salas (1976) , José A. *Geotecnia y cimientos II* . Editorial Rueda

CROQUIS DEL DISPOSITIVO



TIPO DE TERRENO: LIMO

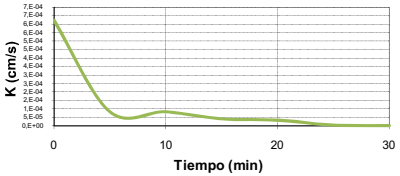
PROFUNDIDAD DEL SONDEO (m): 10,50

PROFUNDIDAD REVESTIMIENTO (m): 9,00

DIÁMETRO SONDEO EN ZONA DE ENSAYO (m): 0,09

PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m): 30,00

EVOLUCIÓN DE K CON EL TIEMPO



INTERVALO (min)	h1	h2
0-5	30,00	29,97
5-10	29,97	29,97
10-15	29,97	29,96
15-20	29,96	29,96
20-25	29,96	29,96
25-30	29,96	29,96
30-35	29,96	29,96

K (m/s)	K (m/día)
7,208E-09	6,227E-04
9,616E-10	8,308E-05
9,617E-10	8,309E-05
4,809E-10	4,155E-05
3,847E-10	3,324E-05
4,809E-11	4,155E-06
2,405E-11	2,078E-06

VALOR MEDIO 1,243E-04 m/día

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC CON NIVEL VARIABLE

CLIENTE Tragsatec

PROYECTO: 053-10 **FECHA:** 7-ago-10
OBRA: Balsa Zaidín
REALIZADO POR: GHM CONSULTORES

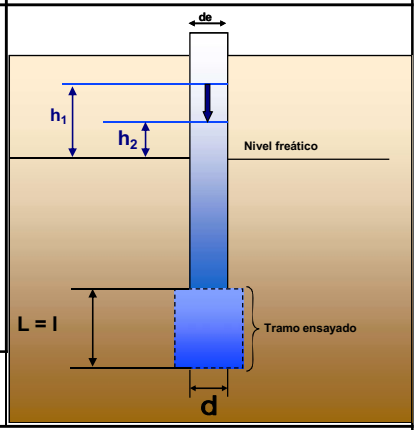
SONDEO: S-Z1 **ENSAYO:** 2
TRAMO ENSAYADO **COTA INICIO (m):** 9 **COTA FINAL (m):** 13

$$K = \frac{d_e^2 \ln(2L/d)}{8L \cdot t} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

K= Conductividad hidraúlica
h1, h2= altura del agua al principio y al final de un tiempo t
t = Tiempo trascurrido entre la observación h1y h2
L=Longitud de la zona filtrante
d= diametro de la zona filtrante
de=diametro de la entubación (puede ser igual a d)

Jimenez Salas (1976) , José A. *Geotecnia y cimientos II* . Editorial Rueda

CROQUIS DEL DISPOSITIVO



TIPO DE TERRENO: LIMO

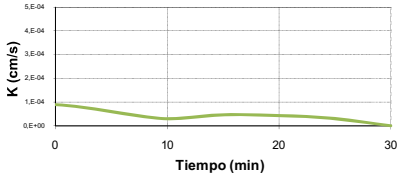
PROFUNDIDAD DEL SONDEO (m): 13,00

PROFUNDIDAD REVESTIMIENTO (m): 9,00

DIÁMETRO SONDEO EN ZONA DE ENSAYO (m): 0,09

PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m): 100,00

EVOLUCIÓN DE K CON EL TIEMPO



INTERVALO (min)	h1	h2
0-5	100,00	99,97
5-10	99,97	99,95
10-15	99,95	99,94
15-20	99,94	99,92
20-25	99,92	99,91
25-30	99,91	99,90
30-35	99,90	99,90

K (m/s)	K (m/día)
1,037E-09	8,962E-05
6,917E-10	5,976E-05
3,459E-10	2,989E-05
5,362E-10	4,633E-05
5,017E-10	4,335E-05
3,460E-10	2,99E-05
0,000E+00	0

VALOR MEDIO 4,269E-05 m/día

EMPRESA:	GHM CONSULTORES S.L.P.		
PETICIONARIO:	**TRAGSATEC**		
OBRA:	**BALSA ZAIDÍN**		
SONDEO	**S-Z2**		

FECHA INICIO:	07-08-10	SUPERVISOR:	DANIEL MONTES	X =	271.834
FECHA FIN:	07-08-10	MÁQUINA :	TECOINSA TP-50 ORUGA	Y =	4.614.374
HOJA:	1/1	SONDISTA:	ANTONIO GORDO	Z =	236

OBSERVACIONES:

Zona sur de la parcela, topográficamente más baja

PROFUNDIDAD (m)	BATERÍA	REVESTIMIENTO	COTA RECUPERACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N_{30}	(%) QUE PASA UNE 5	(%) QUE PASA UNE 0,08	PLASTICIDAD (%) LL	PLASTICIDAD (%) IP	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m^3)	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIVA SIMPLE (kg/cm²)
0	R 80 W	Ø 101 (Perforación a 6,50 m) Pasa Lefranc 1 y 2	90%		**0,00-3,40 m. RV. RELLENOS VERTIDOS.**											
					CL-GC. ARCILLAS CON PROPORCIONES VARIABLES DE GRAVAS Y ARENAS.											
					CONSISTENCIA ENTRE BLANDA Y MODERADAMENTE FIRME.											
					Aparece tierra vegetal entre 0,00 y 0,40 m (tierras de labor) donde se localiza la mayor propor-											
					ción de arenas. Restos de raices.											
					La arcilla presenta colores de alteración entre marrón denso y rojizo (materia orgánica).	SPT-1	1,20									
			50/60		$N_{30} = 3 = N_{spt}$			3	95,20	92,20	33,50	14,10				
					La zona de rellenos se encuentra parcialmente saturada en agua, por su proximidad a una		1,80									
2					acequia.											
			95%													
						MI-1	2,80									
3			50/60		$N_{30} = 12$; $N_{spt} = 6$			12					30,14			
							3,40									
					3,40-9,20 m. FORMACIÓN SUSTRATO TERCIARIO.	TP-1	3,60									
					CL. ARCILLAS DE COLOR MARRÓN CLARO A ROJIZO CON INDICIOS DE LIMO.								22,28	1,758		
4					CONSISTENCIA DURA.		3,90									
			95%		Las arcillas presentan pasadas o pequeños niveles de cobres ocres, blanquecinos y rojizos.											
5						SPT-2	5,20									
			60/60		$N_{30} = 34 = N_{spt}$			34	100,00	99,30	55,70	24,00				
					Se realiza un ensayo de permeabilidad Lefranc (L-1) entre 5,50-6,50 m.		5,80									
6			95%													
7		NO	95%													
					A partir de 7,50 m y hasta fin de sondeo, la arcilla aparece parcialmente litificada, apareciendo	TP-2	7,60									2,19
					fragmentos de argilita, y algo de limo.											
8							8,00									
			15/15		$N_{30} = 50R = N_{spt}$	SPT-3	8,15	R								
					Se realiza un ensayo de permeabilidad Lefranc (L-2) entre 5,50-9,20 m. Arcilla impermeable.											
			10/0%			TP-3	8,80									
9									99,70	98,60	40,20	18,40	13,21	1,878		
							9,20									
					9,20 m. FIN DEL SONDEO.											
					9,20 m PVC 3 SPT 1 MI											
					3 CAJAS PORTATESTIGOS 3 TP											
10					1 ARQUETA											

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC CON NIVEL VARIABLE

CLIENTE

Tragsatec

PROYECTO:	053-10	**FECHA:**	7-ago-10
OBRA:	Balsa Zaidín		
REALIZADO POR: GHM CONSULTORES			

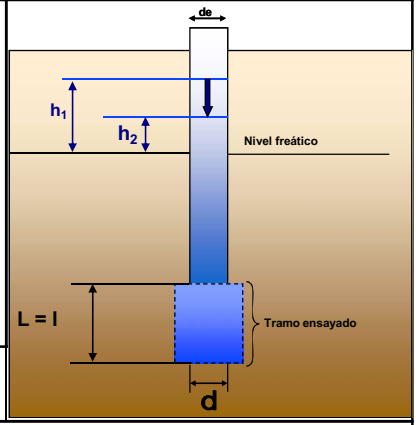
SONDEO:	S-Z2	**TRAMO ENSAYADO**	**COTA INICIO (m): 5,5**
ENSAYO:	1		**COTA FINAL (m): 6,5**

$$K = \frac{d_e^2 \ln(2L/d)}{8L \cdot t} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

K= Conductividad hidraúlica
h1, h2= altura del agua al principio y al final de un tiempo t
t = Tiempo trascurrido entre la observación h1y h2
L=Longitud de la zona filtrante
d= diametro de la zona filtrante
de=diametro de la entubación (puede ser igual a d)

Jimenez Salas (1976) , José A. *Geotecnia y cimientos II*. Editorial Rueda

CROQUIS DEL DISPOSITIVO



TIPO DE TERRENO: LIMO

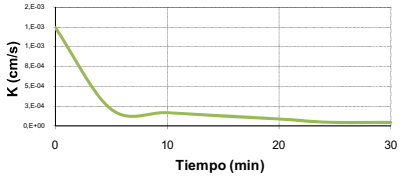
PROFUNDIDAD DEL SONDEO (m): 6,50

PROFUNDIDAD REVESTIMIENTO (m): 5,50

DIÁMETRO SONDEO EN ZONA DE ENSAYO (m): 0,09

PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m): 20,00

EVOLUCIÓN DE K CON EL TIEMPO



INTERVALO (min)	**h1**	**h2**
0-5	20,00	19,97
5-10	19,97	19,97
10-15	19,97	19,96
15-20	19,96	19,96
20-25	19,96	19,96
25-30	19,96	19,96
30-35	19,96	19,95

K (m/s)	**K** (m/día)
1,435E-08	1,239E-03
2,393E-09	0,0002068
1,915E-09	0,0001654
1,436E-09	0,0001241
9,577E-10	8,275E-05
4,789E-10	4,138E-05
4,789E-10	4,138E-05

VALOR MEDIO 2,716E-04 m/día

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC CON NIVEL VARIABLE

CLIENTE Tragsatec

PROYECTO: 053-10 **FECHA:** 7-ago-10

OBRA: Balsa Zaidín

REALIZADO POR: GHM CONSULTORES

SONDEO: S-Z2 **ENSAYO:** 2

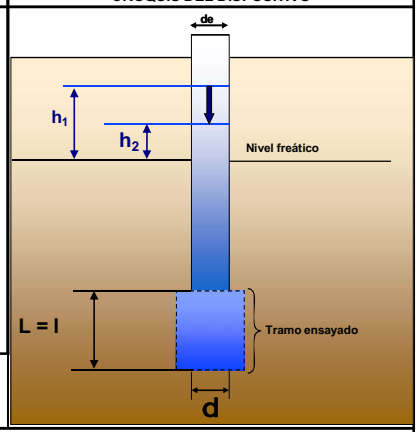
TRAMO ENSAYADO **COTA INICIO (m):** 7,5 **COTA FINAL (m):** 9,2

$$K = \frac{d_e^2 \ln(2L/d)}{8L \cdot t} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

K= Conductividad hidraúlica
h1, h2= altura del agua al principio y al final de un tiempo t
t = Tiempo trascurrido entre la observación h1y h2
L=Longitud de la zona filtrante
d= diametro de la zona filtrante
de=diametro de la entubación (puede ser igual a d)

Jimenez Salas (1976) , José A. *Geotecnia y cimientos II* . Editorial Rueda

CROQUIS DEL DISPOSITIVO



TIPO DE TERRENO: LIMO

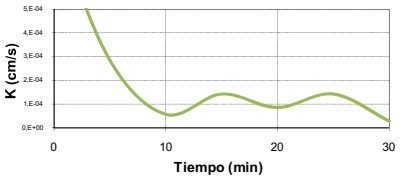
PROFUNDIDAD DEL SONDEO (m): 9,20

PROFUNDIDAD REVESTIMIENTO (m): 7,50

DIÁMETRO SONDEO EN ZONA DE ENSAYO (m): 0,09

PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m): 20,00

EVOLUCIÓN DE K CON EL TIEMPO



INTERVALO (min)	h1	h2
0-5	20,00	19,97
5-10	19,97	19,96
10-15	19,96	19,96
15-20	19,96	19,95
20-25	19,95	19,95
25-30	19,95	19,95
30-35	19,95	19,94

K (m/s)	K (m/día)
9,882E-09	8,538E-04
3,297E-09	0,0002849
6,597E-10	5,7E-05
1,650E-09	0,0001425
9,899E-10	8,553E-05
1,650E-09	0,0001426
3,301E-10	2,852E-05

VALOR MEDIO 2,278E-04 m/día

Leyenda de los anejos de calicatas y sondeos

Muestras

SPT (Standard penetration test):

En los extremos superior e inferior se anotan las cotas de inicio y fin de la muestra, expresadas en m.

MI (Muestra inalterada):

En los extremos superior e inferior se anotan las cotas de inicio y fin de la muestra, expresadas en m.

TP (Testigo parafinado):

En los extremos superior e inferior se anotan las cotas de inicio y fin de la muestra, expresadas en m.

Tramas utilizadas para la clasificación de suelos USCS de Casagrande

Suelos de grano grueso*

- GW: Gravas bien graduadas con más del 50% en gruesos y pocos finos.
- GP: Gravas mal graduadas con menos del 50% en gruesos y pocos finos.
- GM: Gravas limosas.
- GC: Gravas arcillosas.
- SW: Arenas bien graduadas con pocos fino.
- SP: Arenas mal graduadas con pocos finos.
- SM: Arenas limosas.
- SC: Arenas arcillosas.

Suelos de grano fino**

- ML: Limos inorgánicos y arenas finas poco plásticas.
- CL: Arcillas inorgánicas poco plásticas.
- ML-CL: Material clasificado entre ML-CL
- OL: Limos orgánicos y arcillas limosas organicas poco plásticas.
- MH: Limos inorgánicos con límite líquido mayor de 50.
- CH: Arcillas inorgánicas muy plásticas y arcillas grasas.
- OH: Arcillas y limos orgánicos muy plásticos.

* Mas del 50% del material queda retenido por el tamiz nº 200

**Mas del 50% del material pasa por el tamiz nº200

Otros

- TV: Tierra vegetal.
- RV: Relleno vertido.
- PT: Turba, humus, suelos de pantanos con mucha materia orgánica.

Símbolos de uso común

- **Nivel freático (N.F.)**
- **Muestra en bolsa / saco**

Tramas de uso común en rocas

- Caliza
- Lutita
- Arenisca
- Dolomía
- Marga
- Materiales evaporíticos sin diferenciar
- Yeso
- Pizarra
- Esquisto - Ofita
- Granito

Batería

Tipo de Batería	B	Batería simple
	T	Batería doble
Tipo de Corona montada en la batería	W	Widia
	D	Diamante
Diametro	∅	

- Caliche - Costra
- Conglomerado

Anejo 4

ENSAYOS DE LABORATORIO

CEPASA
Ensayos Geotécnicos, S.A.
Nicolás Copérnico, 12 Polg. Ind. CODEIN
28940-FUENLABRADA – MADRID
Telf: 91-606.88.54 Fax: 609.88.55

Area: GTL. Área de ensayos de laboratorio de geotecnia, ensayos básicos y complementarios 1°, 2° y 3°.
Nº Registro: 03083GTL05.
Area: EHC.b. Área de control del hormigón y componentes: Ensayos básicos y complementarios segundos.
Nº Registro: 03150EHC05.

TRABAJO Nº: 10607

PETICIONARIO: Empresa: GHM CONSULTORES, S.L.P.
Domicilio: Paseo de la Castellana 210 8º 2
28046 Madrid
At: D. Daniel montes Medina

DENOMINACIÓN: Obra: BALSA ZAIDÍN
Situación: No lo aporta el cliente.

TIPO DE MUESTRA: SUELO

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: Fecha : 10/08/2010
Entregada por el peticionario en el laboratorio de CEPASA

ENSAYOS SOLICITADOS :

Humedad (UNE 103300)
Densidad (UNE 103301)
Granulometría (UNE 103101)
Liites de Atterberg (UNE 103103 y 103104)
Compresión (UNE 103400)
Ensayo edométrico (UNE 103405)
Permeabilidad
Triaxial (UNE 103402)
Ensayo Lambe (UNE 103600)
Proctor Normal (UNE 103500)
Pin Hole (NLT/207)
Materia organica (UNE 103204)
Carbonato (UNE 103200)
Sulfatos (UNE 103201)

CEPASA Ensayos Geotécnicos, S.A. dispone de un Sistema de Calidad y Gestión Medioambiental certificado de acuerdo a las normas ISO 9001 y 14001 por Bureau Veritas Certification.

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

HUMEDAD (UNE-103.300)
DENSIDAD (UNE-103.301)

CLIENTE:	GHM CONSULTORES
TRABAJO:	BALSA ZAIDIN
INDICATIVO:	10607
FECHA:	30/08/10

Resultados de los ensayos

MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)
S-1 TP 3.80-4.00	14,87	1,947	2,238
S-2 MI 2.80-3.40	30,14		
S-2 TP 3.60-3.90	22,28	1,758	2,149
S-2 TP 8.80-9.20	13,21	1,878	2,125

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

Granulometría por tamizado. UNE 103101

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.
Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Teléfono: 606-88-54 Fax: 609-88-55

Ref. Nº: 10607	**Fecha:** 23/08/2010	**Peticionario:** GHM CONSULTORES	
Denominación: BALSA ZAIDIN		**Operador:** N.Calderón	
Muestra: C-Z1 MA-1	**Cota:** 3.00-3.20	Granulometría por tamizado. UNE 103101	

Tamices			Retenido		Pasa	
U.N.E.	A.S.T.M. Desig.	A.S.T.M. mm	Fina en-say. (g)	Muestra total(g)	(g)	(%)
100	4	101.6		0	11170,00	100,00
80	3	76.2		1.260	11168,74	99,99
63	2.5	63.5		1.790	11168,21	99,98
50	2	50.8		2.110	11167,89	99,98
40	1.5	38.1		2.580	11167,42	99,98
25	1	25.4		5.060	11164,94	99,95
20	3/4	19.1		5.960	11164,04	99,95
12.5	1/2	12.7		7.650	11162,35	99,93
10	3/8	9.52		8.00	11162,00	99,93
6.3	1/4	6.35		8.640	11161,36	99,92
5	Nº 4	4.75		8.850	11161,15	99,92
2	Nº 10	2.00		9.180	11160,82	99,92
1.25	Nº 16	1.19	4.27	559,93	10611,00	95,00
0.4	Nº 40	0.42	13.10	1698,85	9472,00	84,80
0.16	Nº 100	0.149	74.90	9669,94	1501,00	13,44
0.080	Nº 200	0.074	79.55	10269,71	901,00	8,07

Tipo de suelo

Tipo de Suelo (%)

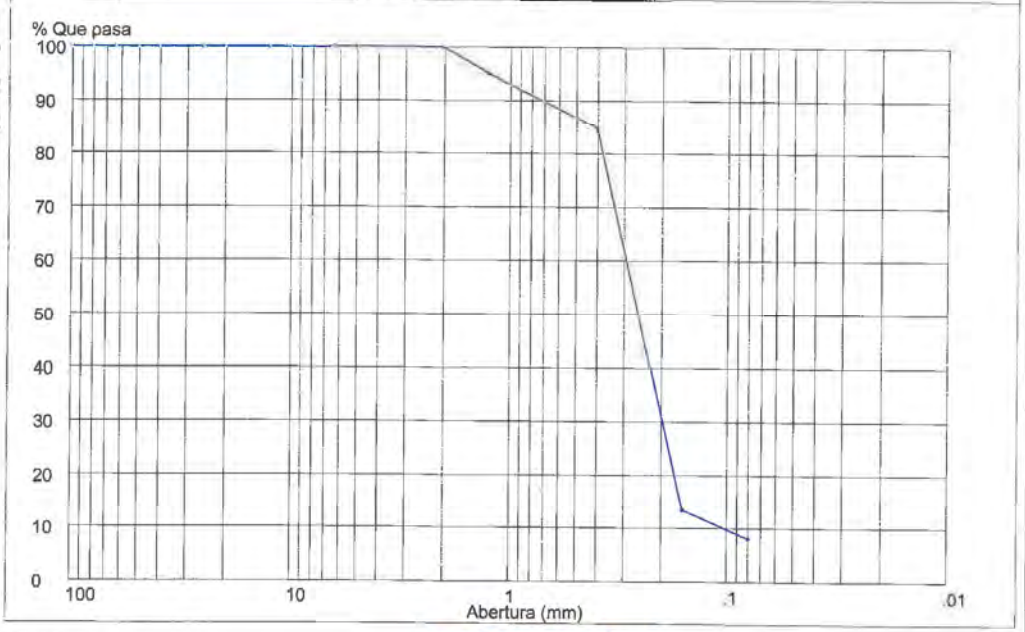
Cálculos previos

Muestra total seca al aire (g):	11170
Fracción fina ensay. seca al aire (g):	86.53
Gruesos lavados (g):	9,18
Fracción fina seca (g):	11160,82
Muestra total seca (g):	11170,00
Fracción fina ensayada seca (g):	86,53

Humedad higroscópica

Humedad higroscópica de frac. gruesa (%): 0,00
Humedad higroscópica de frac. fina (%): 0,00

Representación gráfica



Observaciones:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

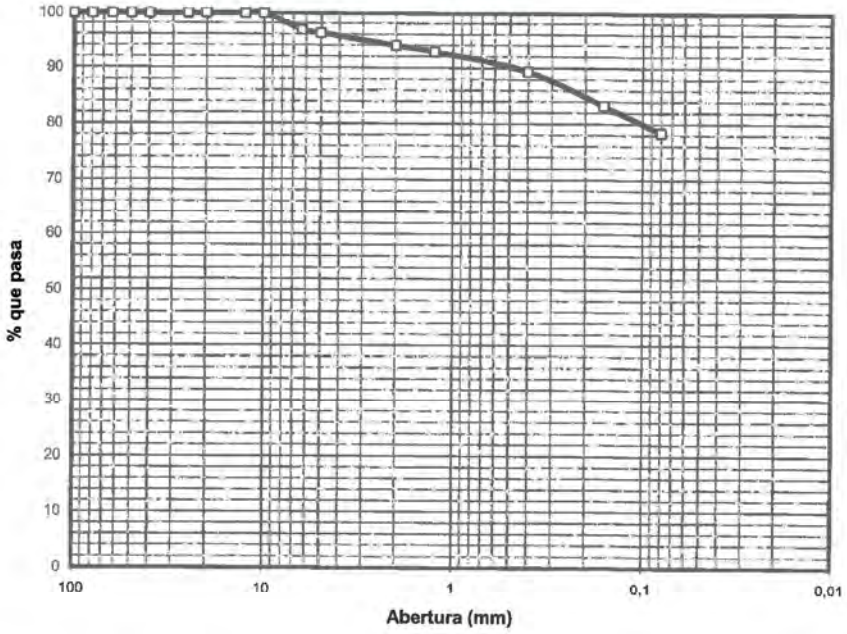
CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z2 MA-1 1,10-1,30 **FECHA:** 23/08/10

CDIAM-EnsayGRT (20040925) Hoja 1 de 1

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum. (g)	Ret. Tot. Acum. (g)	Peso total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			103,66	100,00	
80			103,66	100,00	
63			103,66	100,00	
50			103,66	100,00	
40			103,66	100,00	
25			103,66	100,00	
20			103,66	100,00	
12,5		0,00	103,66	100,00	
10		0,00	103,66	100,00	
6,3	3,34	3,34	100,32	96,78	
5	3,91	3,91	99,75	96,23	
2	6,27	6,27	97,39	93,95	
1,25	1,15	7,42	96,24	92,84	
0,4	4,77	11,04	92,62	89,35	
0,16	11,13	17,40	86,26	83,21	
0,08	16,16	22,43	81,23	78,36	

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

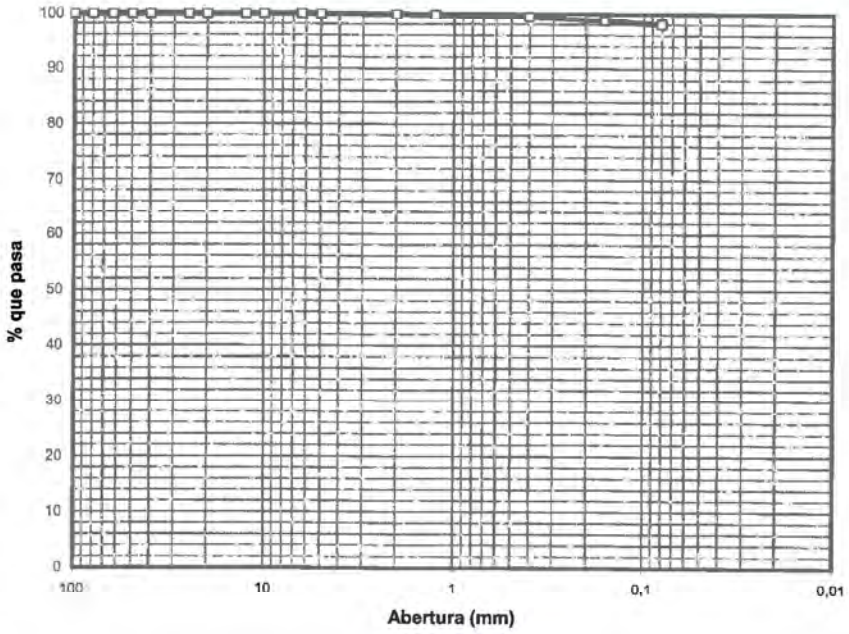
CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z3 MA-1 3,50-3,70 **FECHA:** 23/08/10

CDIAM-EnsayGRT (20040925) Hoja 1 de 1

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum. (g)	Ret. Tot. Acum. (g)	Peso total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			61,33	100,00	
80			61,33	100,00	
63			61,33	100,00	
50			61,33	100,00	
40			61,33	100,00	
25			61,33	100,00	
20			61,33	100,00	
12,5		0,00	61,33	100,00	
10		0,00	61,33	100,00	
6,3		0,00	61,33	100,00	
5		0,00	61,33	100,00	
2	0,06	0,06	61,27	99,90	
1,25	0,06	0,12	61,21	99,80	
0,4	0,34	0,40	60,93	99,35	
0,16	0,75	0,81	60,52	98,68	
0,08	1,18	1,24	60,09	97,98	

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.
Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Teléfono: 606-88-54 Fax: 609-88-55

Ref. Nº: 10607	**Fecha:** 23/08/2010	**Peticionario:** GHM CONSULTORES	
Denominación: BALSA ZAIDIN		**Operador:** N.Calderón	
Muestra: C-Z4 MA-1	**Cota:** 2.50-2.80	Granulometría por tamizado. UNE 103101	

Tamices U.N.E.	Tamices A.S.T.M. Desig.	Tamices A.S.T.M. mm	Retenido Fina ensay. (g)	Retenido Muestra total(g)	Pasa (g)	Pasa (%)	Tipo de suelo
100	4	101.6		0	10600,00	100,00	
80	3	76.2		0	10600,00	100,00	
63	2.5	63.5		640	9960,00	93,96	
50	2	50.8		1710	8890,00	83,87	
40	1.5	38.1		3090	7510,00	70,85	
25	1	25.4		4860	5740,00	54,15	
20	3/4	19.1		5510	5090,00	48,02	
12.5	1/2	12.7		6860	3740,00	35,28	
10	3/8	9.52		7250	3350,00	31,60	
6.3	1/4	6.35		7830	2770,00	26,13	
5	Nº 4	4.75		7980	2620,00	24,72	
2	Nº 10	2.00		8330	2270,00	21,42	
1.25	Nº 16	1.19	7.90	8519,65	2081,00	19,63	
0.4	Nº 40	0.42	33.44	9132,76	1468,00	13,85	
0.16	Nº 100	0.149	70.25	10016,42	584,00	5,51	
0.080	Nº 200	0.074	77.54	10191,42	409,00	3,86	

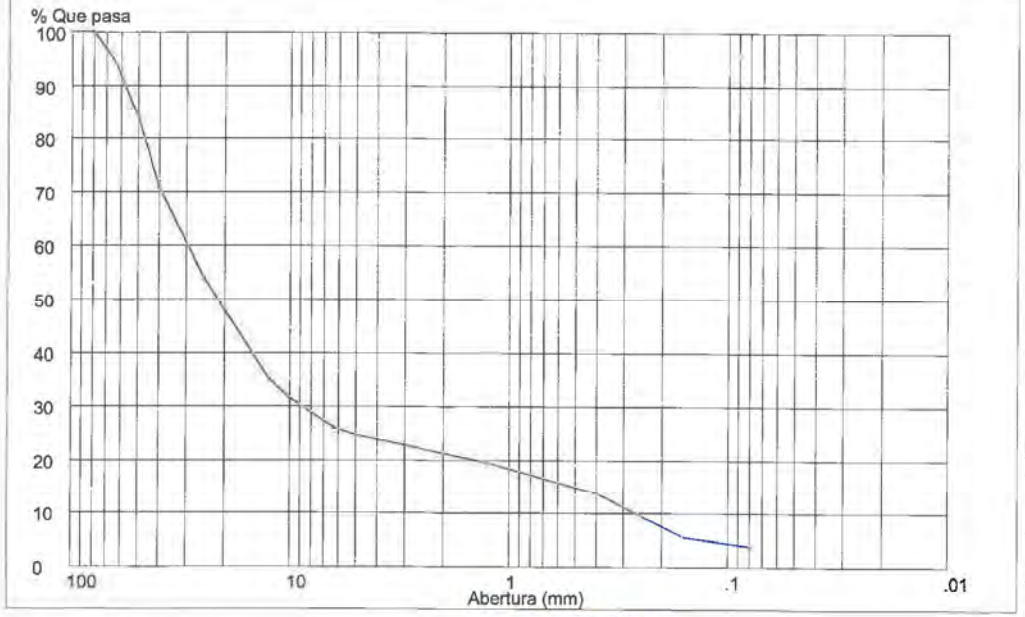
Cálculos previos

Muestra total seca al aire (g):	10600
Fracción fina ensay. seca al aire (g):	94.56
Gruesos lavados (g):	8330,00
Fracción fina seca (g):	2270,00
Muestra total seca (g):	10600,00
Fracción fina ensayada seca (g):	94,56

Humedad higroscópica

Humedad higroscópica de frac. gruesa (%):	0,00
Humedad higroscópica de frac. fina (%):	0,00

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.
Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Teléfono: 606-88-54 Fax: 609-88-55

Ref. Nº: 10607	**Fecha:** 23/08/2010	**Peticionario:** GHM CONSULTORES	
Denominación: BALSA ZAIDIN		**Operador:** N.Calderón	
Muestra: C-Z5 MA-1	**Cota:** 1.50-1.80	Granulometría por tamizado. UNE 103101	

Tamices U.N.E.	Tamices A.S.T.M. Desig.	Tamices A.S.T.M. mm	Retenido Fina ensay. (g)	Retenido Muestra total(g)	Pasa (g)	Pasa (%)	Tipo de suelo
100	4	101.6		0	9300,00	100,00	
80	3	76.2		0	9300,00	100,00	
63	2.5	63.5		2320	6980,00	75,05	
50	2	50.8		2700	6600,00	70,97	
40	1.5	38.1		3240	6060,00	65,16	
25	1	25.4		3960	5340,00	57,42	
20	3/4	19.1		4500	4800,00	51,61	
12.5	1/2	12.7		5250	4050,00	43,55	
10	3/8	9.52		5610	3690,00	39,68	
6.3	1/4	6.35		6290	3010,00	32,37	
5	Nº 4	4.75		6460	2840,00	30,54	
2	Nº 10	2.00		6910	2390,00	25,70	
1.25	Nº 16	1.19	9.48	7119,09	2181,00	23,45	
0.4	Nº 40	0.42	28.73	7543,67	1757,00	18,89	
0.16	Nº 100	0.149	58.06	8190,58	1110,00	11,94	
0.080	Nº 200	0.074	72.62	8511,71	789,00	8,48	

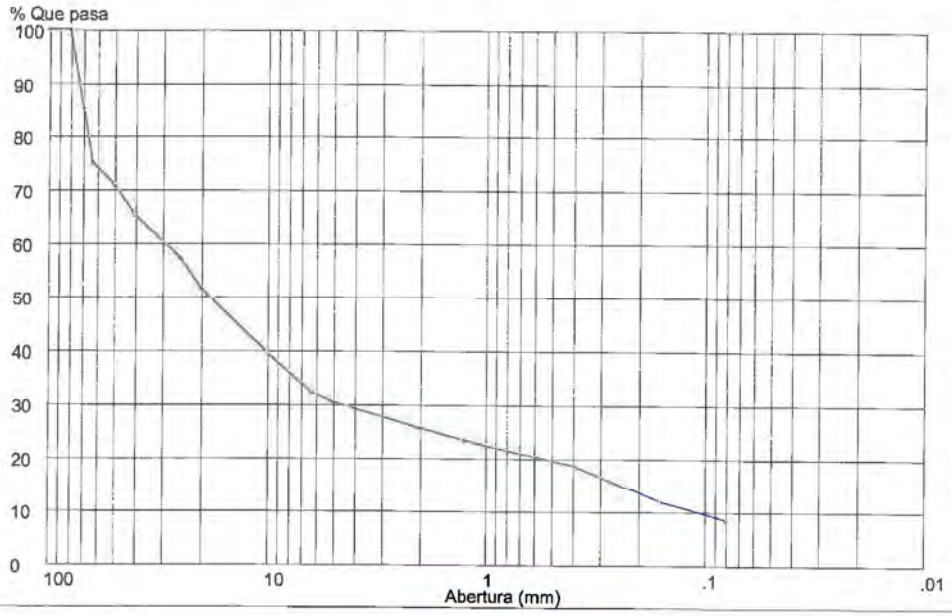
Cálculos previos

Muestra total seca al aire (g):	9300
Fracción fina ensay. seca al aire (g):	108.36
Gruesos lavados (g):	6910,00
Fracción fina seca (g):	2390,00
Muestra total seca (g):	9300,00
Fracción fina ensayada seca (g):	108,36

Humedad higroscópica

Humedad higroscópica de frac. gruesa (%):	0,00
Humedad higroscópica de frac. fina (%):	0,00

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

CDIAM-EnsyGRT (20040925)

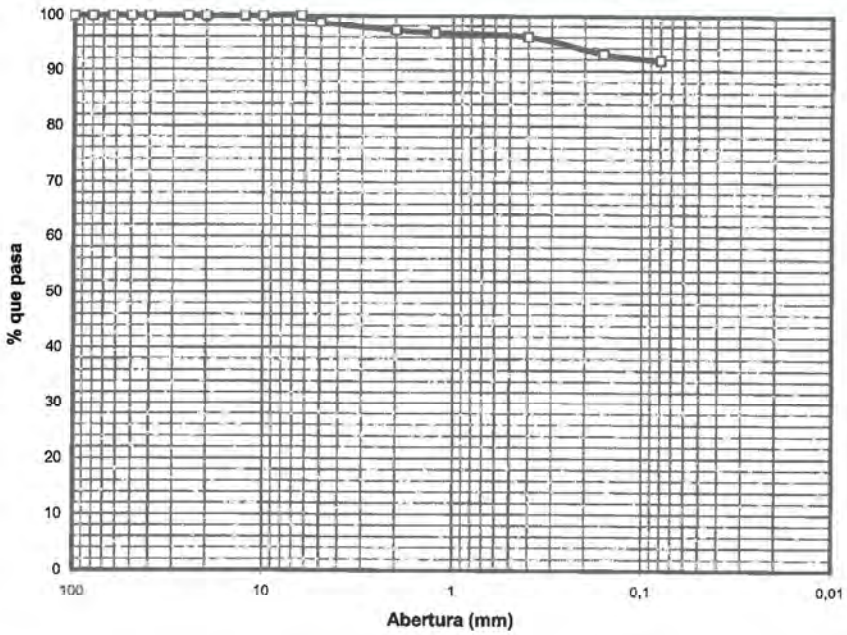
CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z6 MA-1 4,00-4,20 **FECHA:** 23/08/10 Hoja 1 de 1

Humedad higroscópica

T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa parc. (%)	Observaciones
100			101,66	100,00	
80			101,66	100,00	
63			101,66	100,00	
50			101,66	100,00	
40			101,66	100,00	
25			101,66	100,00	
20			101,66	100,00	
12,5		0,00	101,66	100,00	
10		0,00	101,66	100,00	
6,3		0,00	101,66	100,00	
5	1,29	1,29	100,37	98,73	
2	2,82	2,82	98,84	97,23	
1,25	0,50	3,32	98,34	96,73	
0,4	1,24	4,06	97,60	96,01	
0,16	4,33	7,15	94,51	92,97	
0,08	5,53	8,35	93,31	91,79	

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

10/65

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Teléfono: 606-68-54 Fax: 609-88-55

Ref. Nº: 10607	**Fecha:** 23/08/2010	**Peticionario:** GHM CONSULTORES	
Denominación: BALSA ZAIDIN		**Operador:** N.Calderón	
Muestra: S-1 SPT	**Cota:** 1.20-1.50	Granulometría por tamizado. UNE 103101	

U.N.E.	Tamices A.S.T.M. Desig.	Tamices A.S.T.M. mm	Retenido Fina ensay. (g)	Retenido Muestra total(g)	Pasa (g)	Pasa (%)	Tipo de suelo
100	4	101.6		0	352,31	100,00	
80	3	76.2		0	352,31	100,00	
63	2.5	63.5		0	352,31	100,00	
50	2	50.8		0	352,31	100,00	
40	1.5	38.1		0	352,31	100,00	
25	1	25.4		37.67	314,64	89,31	
20	3/4	19.1		37.67	314,64	89,31	
12.5	1/2	12.7		83.09	269,22	76,42	
10	3/8	9.52		105.00	247,31	70,20	
6.3	1/4	6.35		144.57	207,74	58,97	
5	Nº 4	4.75		159.96	192,35	54,60	
2	Nº 10	2.00		185.56	166,75	47,33	
1.25	Nº 16	1.19	1.30	193,60	159,31	45,22	
0.4	Nº 40	0.42	8.44	237,78	115,31	32,73	
0.16	Nº 100	0.149	19.48	306,09	46,31	13,14	
0.080	Nº 200	0.074	21.60	319,21	33,31	9,45	

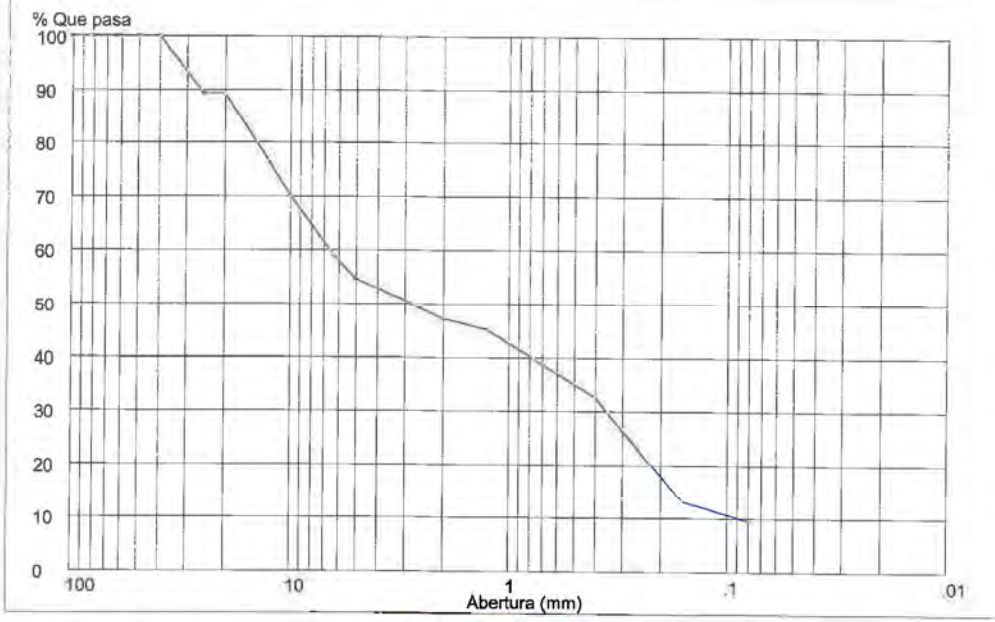
Cálculos previos

Muestra total seca al aire (g):	352.31
Fracción fina ensay. seca al aire (g):	26.95
Gruesos lavados (g):	185,56
Fracción fina seca (g):	166,75
Muestra total seca (g):	352,31
Fracción fina ensayada seca (g):	26,95

Humedad higroscópica

Humedad higroscópica de frac. gruesa (%):	0,00
Humedad higroscópica de frac. fina (%):	0,00

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

11/65

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

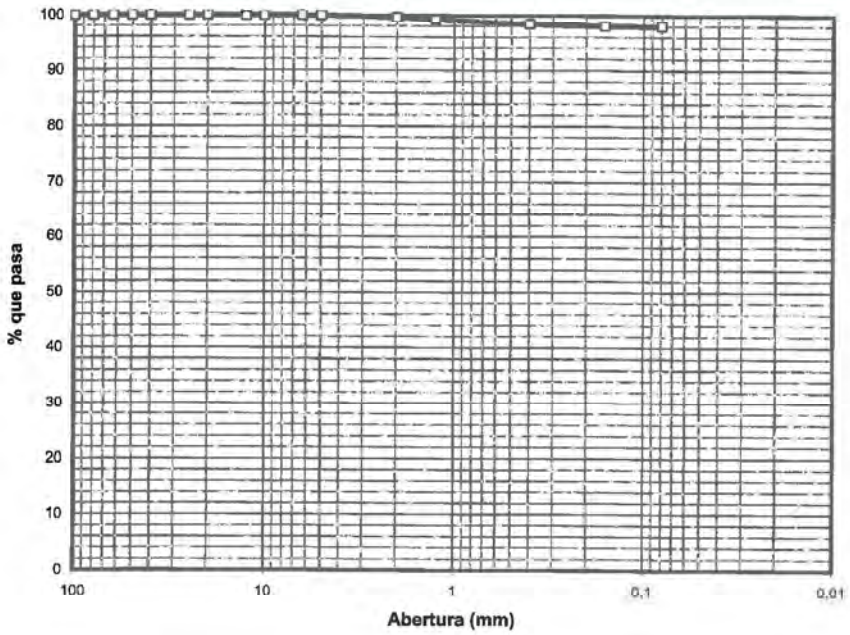
CDIAM-EnsyGRT (20040925)

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-1 TP 3,80-4,00 **FECHA:** 23/08/10 Hoja 1 de 1

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum (g)	Ret. Tot. Acum (g)	Peso total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			101,31	100,00	
80			101,31	100,00	
63			101,31	100,00	
50			101,31	100,00	
40			101,31	100,00	
25			101,31	100,00	
20			101,31	100,00	
12,5		0,00	101,31	100,00	
10		0,00	101,31	100,00	
6,3		0,00	101,31	100,00	
5		0,00	101,31	100,00	
2	0,34	0,34	100,97	99,66	
1,25	0,46	0,80	100,51	99,21	
0,4	1,24	1,58	99,73	98,44	
0,16	1,67	2,01	99,30	98,02	
0,08	1,75	2,09	99,22	97,94	

Representación gráfica



Observaciones:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

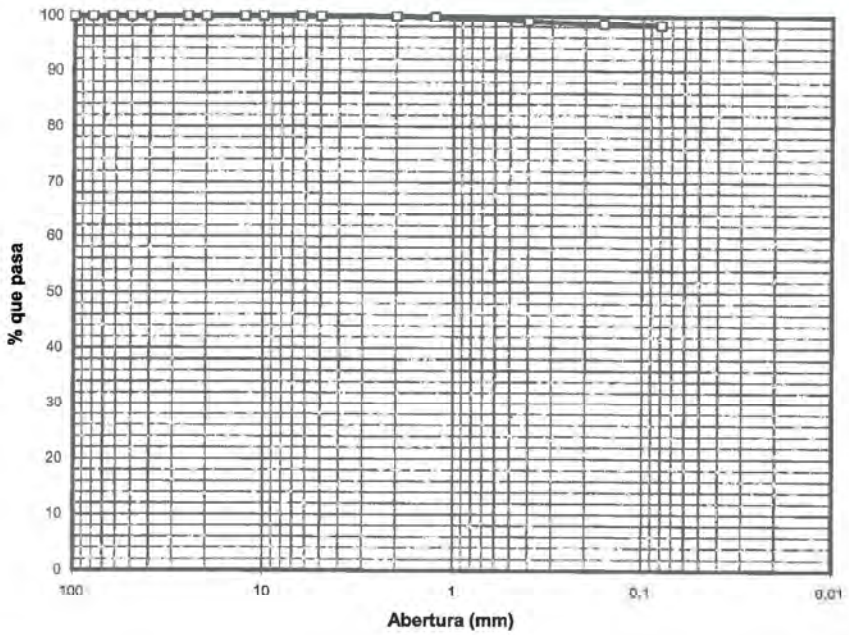
CDIAM-EnsyGRT (20040925)

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-1 TP 8,60-9,10 **FECHA:** 23/08/10 Hoja 1 de 1

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum (g)	Ret. Tot. Acum (g)	Peso total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			101,93	100,00	
80			101,93	100,00	
63			101,93	100,00	
50			101,93	100,00	
40			101,93	100,00	
25			101,93	100,00	
20			101,93	100,00	
12,5		0,00	101,93	100,00	
10		0,00	101,93	100,00	
6,3		0,00	101,93	100,00	
5		0,00	101,93	100,00	
2	0,06	0,06	101,87	99,94	
1,25	0,16	0,22	101,71	99,78	
0,4	0,88	0,94	100,99	99,08	
0,16	1,45	1,51	100,42	98,52	
0,08	1,76	1,82	100,11	98,21	

Representación gráfica



Observaciones:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

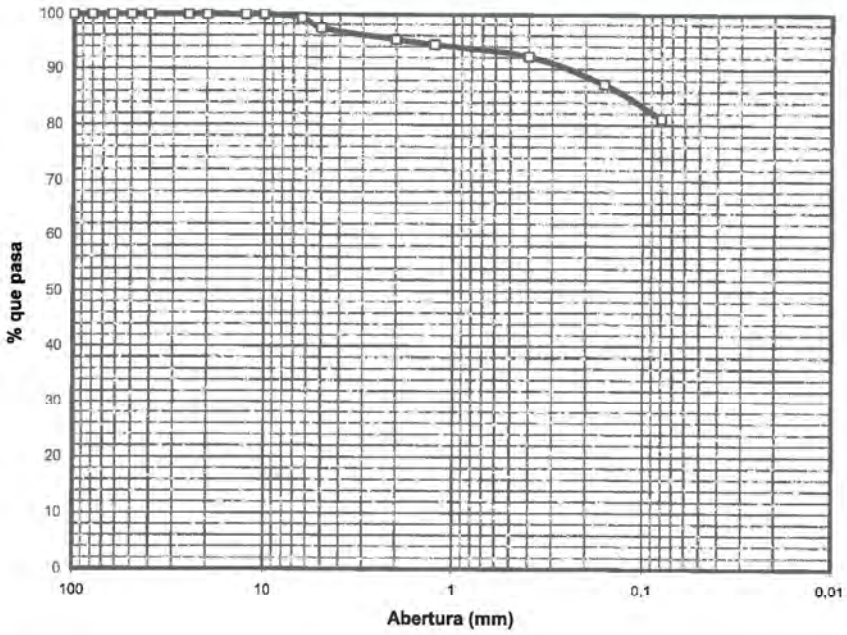
CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-2 SPT 1,20-1,80 **FECHA:** 23/08/10 Hoja 1 de 1

CDIAN-EnsyGRT (20040925)

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			61,97	100,00	
80			61,97	100,00	
63			61,97	100,00	
50			61,97	100,00	
40			61,97	100,00	
25			61,97	100,00	
20			61,97	100,00	
12,5		0,00	61,97	100,00	
10		0,00	61,97	100,00	
6,3	0,41	0,41	61,56	99,34	
5	1,64	1,64	60,33	97,35	
2	2,95	2,95	59,02	95,24	
1,25	0,57	3,52	58,45	94,32	
0,4	1,88	4,83	57,14	92,21	
0,16	4,93	7,88	54,09	87,28	
0,08	8,74	11,69	50,28	81,14	

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

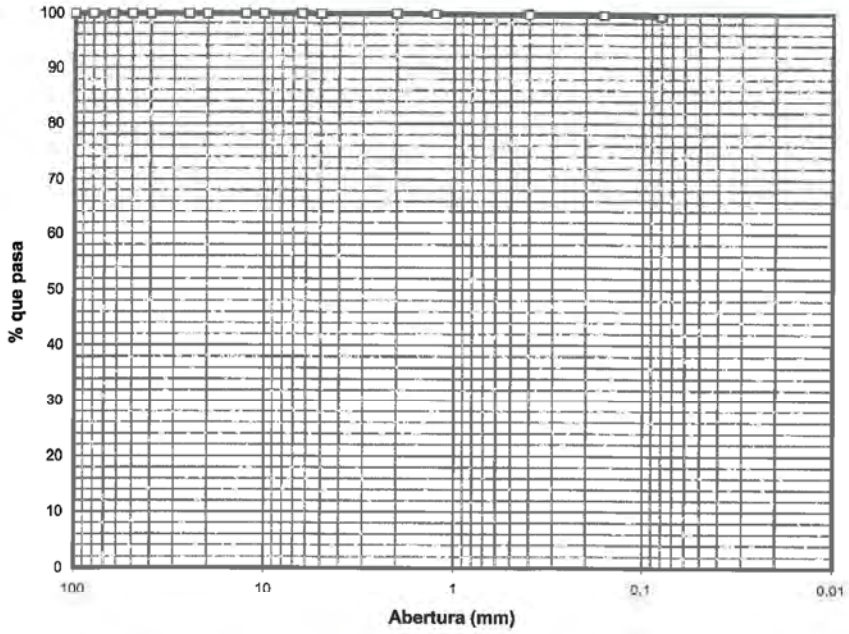
CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-2 SPT 5,20-5,80 **FECHA:** 23/08/10 Hoja 1 de 1

CDIAN-EnsyGRT (20040925)

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			94,48	100,00	
80			94,48	100,00	
63			94,48	100,00	
50			94,48	100,00	
40			94,48	100,00	
25			94,48	100,00	
20			94,48	100,00	
12,5		0,00	94,48	100,00	
10		0,00	94,48	100,00	
6,3		0,00	94,48	100,00	
5		0,00	94,48	100,00	
2		0,00	94,48	100,00	
1,25	0,04	0,04	94,44	99,96	
0,4	0,19	0,19	94,29	99,80	
0,16	0,43	0,43	94,05	99,54	
0,08	0,63	0,63	93,85	99,33	

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

CDIAM-EnteyGRT (20040925)

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(UNE 103.101)

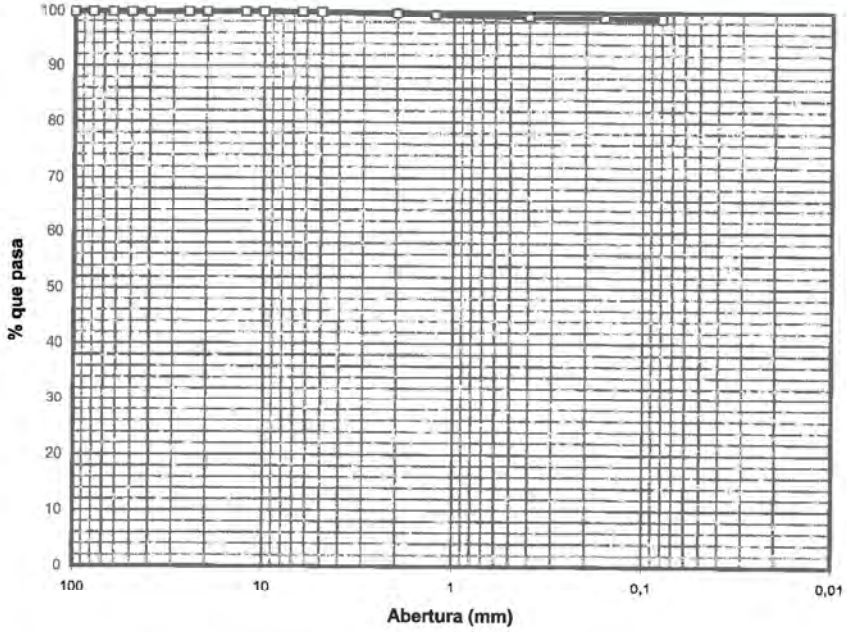
CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-2 TP 8,80-9,20 **FECHA:** 23/08/10 Hoja 1 de 1

Humedad higroscópica

T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			94,07	100,00	
80			94,07	100,00	
63			94,07	100,00	
50			94,07	100,00	
40			94,07	100,00	
25			94,07	100,00	
20			94,07	100,00	
12,5		0,00	94,07	100,00	
10		0,00	94,07	100,00	
6,3		0,00	94,07	100,00	
5		0,00	94,07	100,00	
2	0,31	0,31	93,76	99,67	
1,25	0,28	0,59	93,48	99,37	
0,4	0,63	0,94	93,13	99,00	
0,16	0,78	1,09	92,98	98,84	
0,08	0,99	1,30	92,77	98,62	

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

Granulometría por sedimentación. UNE 103102

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.
Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Tlf.: 606.88.54 Fax: 609.88.55

Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación

UNE 103.102 — **Hoja de Datos**

Trabajo	Cliente	Fecha
BALSA ZAIDIN	GHM CONSULTORES	25-ago-10
Localización		**Operador**
		N.Calderón

SIGESuelos'98 - (GS1) | **Referencia:** 10607 | **Muestra:** C-Z3 MA-1 | **Cotas:** 3,50-3,70

Muestra con tratamientos previos

Masa suelo húmedo, m_a (g):	**50,080**
Humedad higroscópi., W (%):	**0,000**
Masa de suelo seco, m_d (g):	**50,080**
Densidad relativa partículas, ρ_s (g/ml):	**2,705**
% paso por tamiz 100 (D= **0,149** mm):	**99,400**
Pérdida por tratamiento, (g):	**0,000**

Peptizante: **Hexametafosfato sódico al 0,5%**

Formulación utilizada

$$R = R_h + Cm + Ct - Cd$$

$$D = 0{,}005531\sqrt{\frac{\eta H_r}{(\rho_s - 1)t}}$$

$$K = \frac{100\,\rho_s}{m_d(\rho_s - 1)}R$$

$$m_d = m_a\frac{100}{100 + W}$$

$$R_h = (R'_h - 1)\cdot 1000$$

Datos del ensayo

Fecha (d/m/a)	Hora (h:m)	Tiempo t (min)	Temp. T (ºC)	Correcc. Cm+Ct-Cd	Viscos. η (mPa.s)	Lect. R'h	L. Cor. Rh	Prof. Hr (mm)	Diam. D (mm)	% Paso K (%) (Muestra)	% Paso K' (%) (Total)
23/8/10	9:15	0,25	20	-2,89988	1,0056	1,0304	30,4	96,05	0,0833	87,12	86,60
23/8/10	9:15	0,5	20	-2,89988	1,0056	1,0302	30,2	96,71	0,0591	86,49	85,97
23/8/10	9:15	0,75	20	-2,89988	1,0056	1,0300	30,0	97,38	0,0484	85,85	85,34
23/8/10	9:16	1	20	-2,89988	1,0056	1,0298	29,8	98,04	0,0421	85,22	84,71
23/8/10	9:17	2	20	-2,89988	1,0056	1,0286	28,6	102,03	0,0303	81,42	80,93
23/8/10	9:19	4	20	-2,89988	1,0056	1,0260	28,0	104,02	0,0217	79,52	79,04
23/8/10	9:23	8	20	-2,89988	1,0056	1,0268	26,8	108,00	0,0156	75,71	75,26
23/8/10	9:30	15	20	-2,89988	1,0056	1,0242	24,2	116,64	0,0118	67,48	67,07
23/8/10	9:45	30	20	-2,89988	1,0056	1,0212	21,2	126,60	0,0087	57,97	57,63
23/8/10	10:15	60	20	-2,89988	1,0056	1,0190	19,0	133,90	0,0063	51,00	50,70
23/8/10	11:15	120	20	-2,89988	1,0056	1,0174	17,4	139,21	0,0046	45,94	45,66
23/8/10	13:15	240	20	-2,89988	1,0056	1,0150	15,0	147,18	0,0033	38,33	38,10
23/8/10	17:15	480	20	-2,89988	1,0056	1,0120	12,0	157,14	0,0024	28,83	28,66
24/8/10	9:15	1440	20	-2,89988	1,0056	1,0100	10,0	163,78	0,0014	22,49	22,36
24/8/10	17:15	1920	20	-2,89988	1,0056	1,0082	8,2	169,76	0,0013	16,79	16,69
25/8/10	9:15	2880	20	-2,89988	1,0056	1,0082	8,2	169,76	0,0010	16,79	16,69

Observaciones

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.
Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Tlf.: 606.88.54 Fax: 609.88.55

Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación

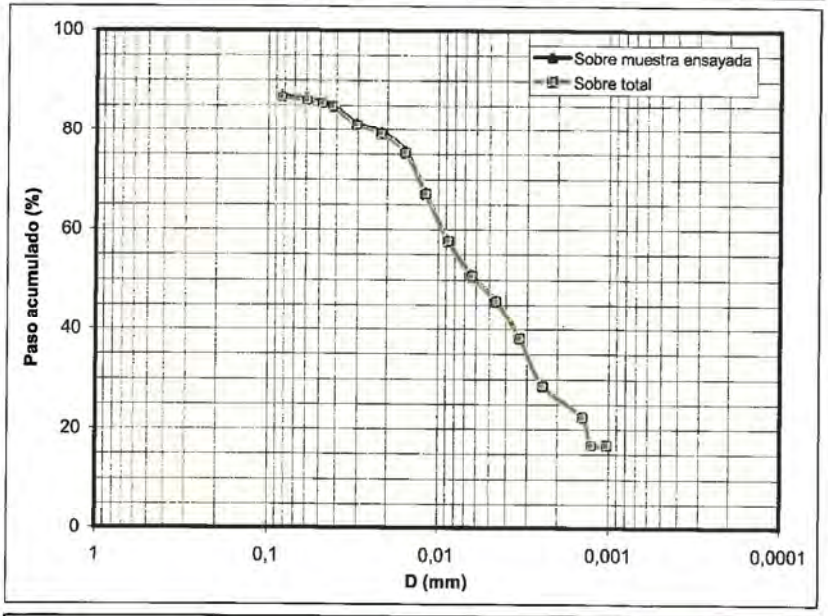
UNE 103.102 — **Resultados**

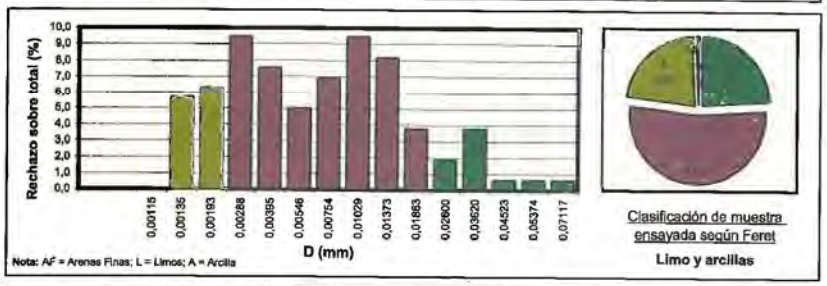
Trabajo	Cliente	Fecha
BALSA ZAIDIN	GHM CONSULTORES	25-ago-10
Localización		**Operador**
		N.Calderón

SIGESuelos'98 - (GS1) | **Referencia:** 10607 | **Muestra:** C-Z3 MA-1 | **Cotas:** 3,50-3,70

Datos de la muestra

Masa suelo húmedo, m_a (g):	**50,080**	% paso por tamiz 100 (D= **0,149** mm):	**99,400**
Humedad higroscópi., W (%):	**0,000**	Pérdida por tratamiento, (g):	**0,000**
Masa de suelo seco, m_d (g):	**50,080**	Peptizante:	**Hexametafosfato sódico al 0,5%**
Densidad relativa partículas, ρ_s (g/ml):	**2,705**		





Nota: AF = Arenas Finas; L = Limos; A = Arcilla

Observaciones

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.
Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Tlf.: 606.88.54 Fax: 609.88.55

Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación — UNE 103.102

Hoja de Datos

Trabajo	Cliente	Fecha
BALSA ZAIDIN	GHM CONSULTORES	25-ago-10
Localización	**Operador**	
	N.Calderón	

SIGESuelos'98 - (GS1) | **Referencia:** 10607 | **Muestra:** C-Z6 MA-1 | **Cotas:** 4,00-4,20

Muestra con tratamientos previos

Masa suelo húmedo, m_a (g):	**50,070**
Humedad higroscópi., W (%):	**0,000**
Masa de suelo seco, m_d (g):	**50,070**
Densidad relativa partículas, ρ_s (g/ml):	**2,704**
% paso por tamiz 100 (D= **0,149** mm):	**96,000**
Pérdida por tratamiento, (g):	**0,000**

Peptizante: **Hexametafosfato sódico al 0,5%**

Formulación utilizada

$$R = R_h + Cm + Ct - Cd$$

$$D = 0{,}005531\sqrt{\frac{\eta H_r}{(\rho_s - 1)t}}$$

$$K = \frac{100\,\rho_s}{m_d(\rho_s - 1)}R$$

$$m_d = m_a\frac{100}{100 + W}$$

$$R_h = (R'_h - 1)\cdot 1000$$

Datos del ensayo

Fecha (d/m/a)	Hora (h:m)	Tiempo t (min)	Temp. T (ºC)	Correcc. Cm+Ct-Cd	Viscos. η (mPa.s)	Lect. R'h	L. Cor. Rh	Prof. Hr (mm)	Diam. D (mm)	% Paso K (%) (Muestra)	% Paso K' (%) (Total)
23/8/10	9:20	0,25	20	-2,89988	1,0056	1,0316	31,6	92,07	0,0815	90,96	87,32
23/8/10	9:20	0,5	20	-2,89988	1,0056	1,0304	30,4	96,05	0,0569	87,16	83,67
23/8/10	9:20	0,75	20	-2,89988	1,0056	1,0300	30,0	97,38	0,0484	85,89	82,45
23/8/10	9:21	1	20	-2,89988	1,0056	1,0294	29,4	99,37	0,0424	83,99	80,63
23/8/10	9:22	2	20	-2,89988	1,0056	1,0284	28,4	102,69	0,0304	80,82	77,58
23/8/10	9:24	4	20	-2,89988	1,0056	1,0260	26,0	110,86	0,0223	73,21	70,28
23/8/10	9:28	8	20	-2,89988	1,0056	1,0252	25,2	113,32	0,0160	70,68	67,85
23/8/10	9:35	15	20	-2,89988	1,0056	1,0240	24,0	117,30	0,0119	66,87	64,20
23/8/10	9:50	30	20	-2,89988	1,0056	1,0210	21,0	127,26	0,0088	57,36	55,07
23/8/10	10:20	60	20	-2,89988	1,0056	1,0161	16,1	143,53	0,0066	41,83	40,16
23/8/10	11:20	120	20	-2,89988	1,0056	1,0142	14,2	149,84	0,0047	35,81	34,38
23/8/10	13:20	240	20	-2,89988	1,0056	1,0120	12,0	157,14	0,0034	28,84	27,69
23/8/10	17:20	480	20	-2,89988	1,0056	1,0102	10,2	163,12	0,0025	23,14	22,21
24/8/10	9:20	1440	20	-2,89988	1,0056	1,0080	8,0	170,43	0,0015	16,16	15,52
24/8/10	17:20	1920	20	-2,89988	1,0056	1,0076	7,6	171,75	0,0013	14,90	14,30
25/8/10	9:20	2880	20	-2,89988	1,0056	1,0076	7,6	171,75	0,0010	14,90	14,30

Observaciones

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.
Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Tlf.: 606.88.54 Fax: 609.88.55

Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación — UNE 103.102

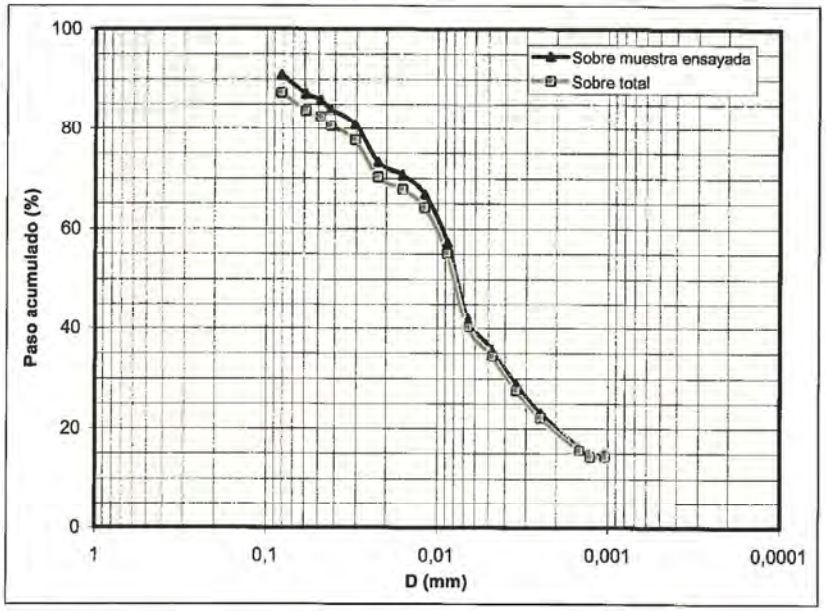
Resultados

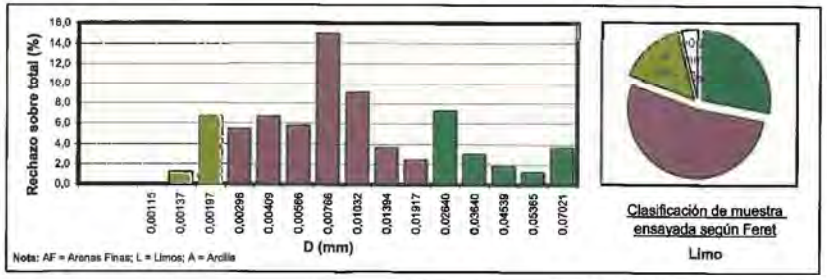
Trabajo	Cliente	Fecha
BALSA ZAIDIN	GHM CONSULTORES	25-ago-10
Localización	**Operador**	
	N.Calderón	

SIGESuelos'98 - (GS1) | **Referencia:** 10607 | **Muestra:** C-Z6 MA-1 | **Cotas:** 4,00-4,20

Datos de la muestra

Masa suelo húmedo, m_a (g):	**50,070**	% paso por tamiz 100 (D= **0,149** mm):	**96,000**
Humedad higroscópi., W (%):	**0,000**	Pérdida por tratamiento, (g):	**0,000**
Masa de suelo seco, m_d (g):	**50,070**	Peptizante:	**Hexametafosfato sódico al 0,5%**
Densidad relativa partículas, ρ_s (g/ml):	**2,704**		





Observaciones

L.Líquido UNE 103103. L.Plást. UNE 103104

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

CDIAM-EnsyLA (20040525)

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

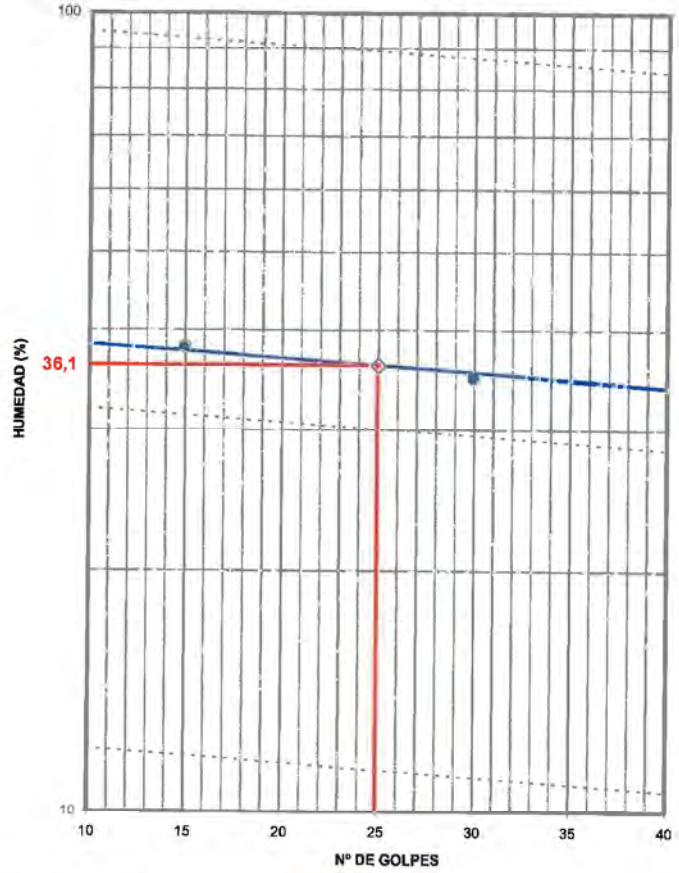
CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z2 MA-1 1,10-1,30 **FECHA:** 19/08/10 Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	30	15
T+S+A (g):	25,89	26,61
T+S (g):	21,28	20,91
T (g):	8,06	5,95
A (g):	4,61	5,70
S (g):	13,22	14,96
Humedad (%):	34,87	38,10

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	29,13	26,65	
T+S (g):	27,09	24,71	
T (g):	18,19	16,02	
A (g):	2,04	1,94	
S (g):	8,90	8,69	
Humedad (%):	22,92	22,32	22,62

Resultados	
LL:	36,1
LP:	22,6
IP:	13,5

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z3 MA-1 3,50-3,70 **FECHA:** 19/08/10 Hoja 1 de 1

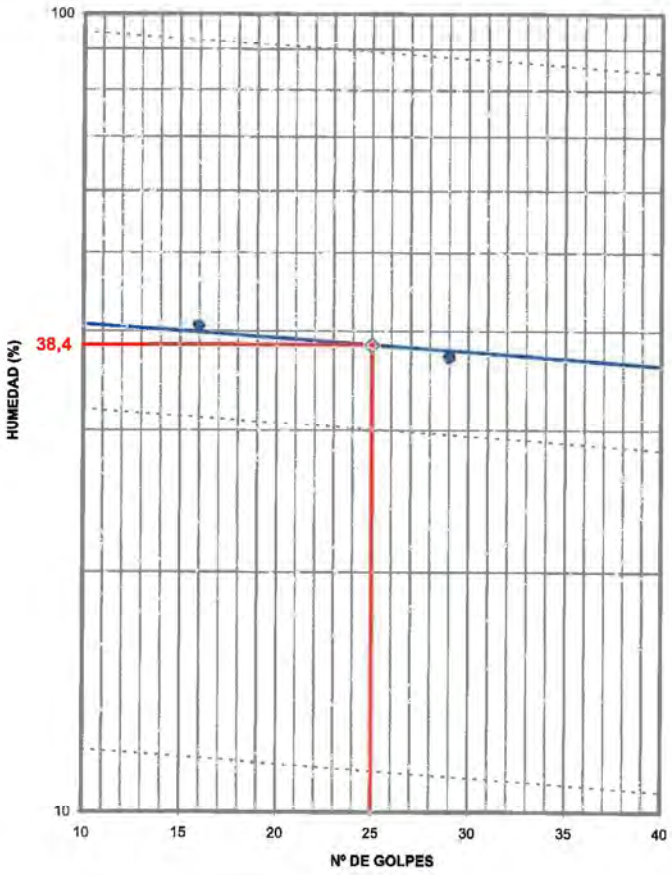
CDIAM-EnsyLA (20040625)

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	29	16
T+S+A (g):	29,42	28,36
T+S (g):	23,73	22,84
T (g):	8,36	9,23
A (g):	5,69	5,52
S (g):	15,37	13,61
Humedad (%):	37,02	40,56

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	31,55	27,63	
T+S (g):	28,93	25,48	
T (g):	15,72	15,13	
A (g):	2,02	2,15	
S (g):	13,21	10,35	
Humedad (%):	19,83	20,77	20,30

Resultados	
LL:	38,4
LP:	20,3
IP:	18,1

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z6 MA-1 4,00-4,20 **FECHA:** 19/08/10 Hoja 1 de 1

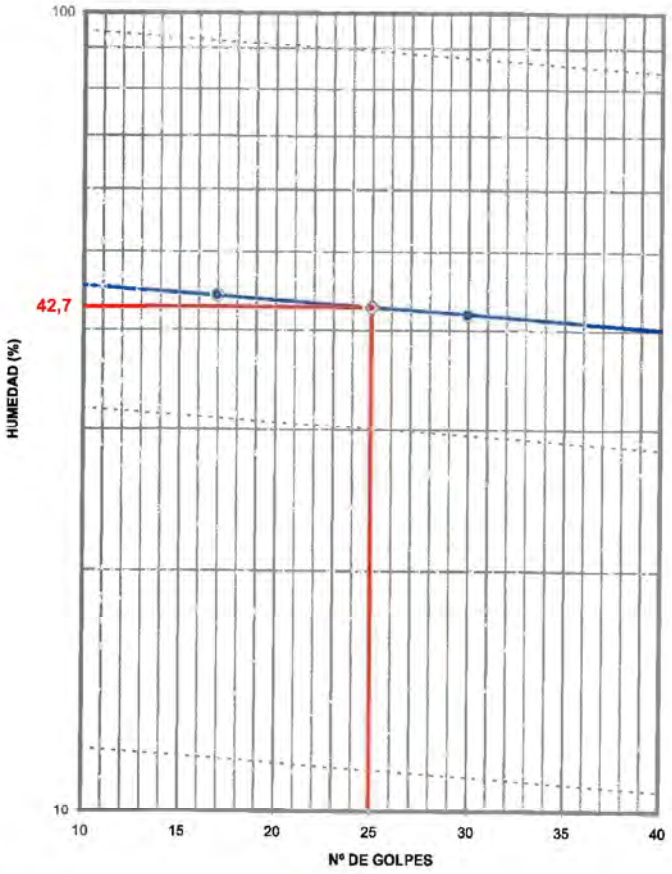
CDIAM-EnsyLA (20040625)

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	30	17
T+S+A (g):	21,41	23,78
T+S (g):	17,80	19,29
T (g):	9,16	9,12
A (g):	3,61	4,49
S (g):	8,64	10,17
Humedad (%):	41,78	44,15

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	26,14	29,41	
T+S (g):	24,01	27,16	
T (g):	14,52	17,18	
A (g):	2,13	2,25	
S (g):	9,49	9,98	
Humedad (%):	22,44	22,55	22,49

Resultados	
LL:	42,7
LP:	22,5
IP:	20,2

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-1 TP 3,80-4,00 **FECHA:** 19/08/10

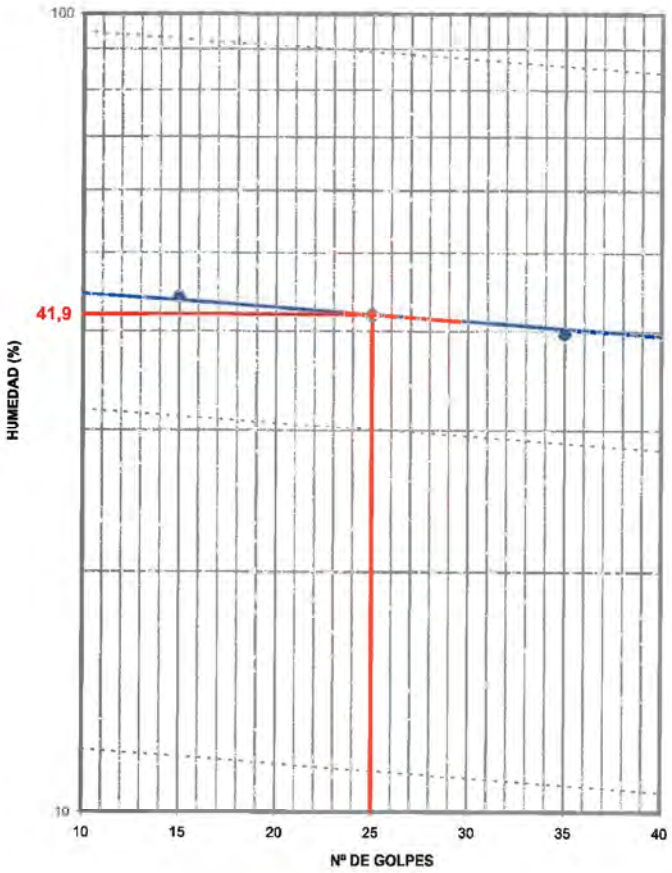
CDIAM-EnsyLA (20040625) Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	35	15
T+S+A (g):	21,48	20,99
T+S (g):	17,92	17,02
T (g):	8,95	8,03
A (g):	3,56	3,97
S (g):	8,97	8,99
Humedad (%):	39,69	44,16

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	27,21	24,24	
T+S (g):	25,22	22,45	
T (g):	16,10	14,02	
A (g):	1,99	1,79	
S (g):	9,12	8,43	
Humedad (%):	21,82	21,23	21,53

Resultados	
LL:	41,9
LP:	21,5
IP:	20,4

Representación gráfica



Observaciones:

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-1 TP 8,60-9,10 **FECHA:** 19/08/10

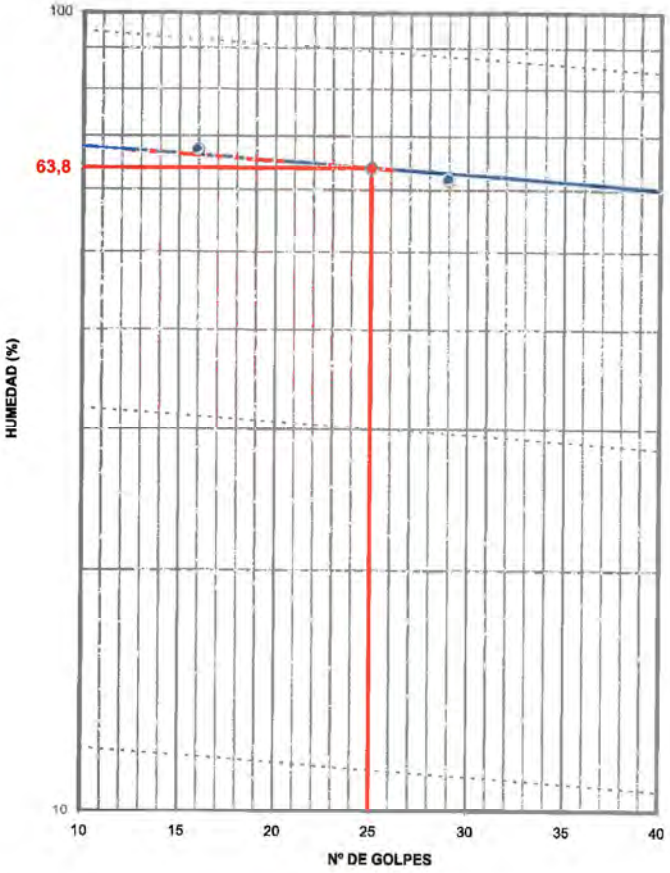
CDIAM-EnsyLA (20040625) Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	29	16
T+S+A (g):	14,57	24,62
T+S (g):	11,34	18,37
T (g):	6,10	9,07
A (g):	3,23	6,25
S (g):	5,24	9,30
Humedad (%):	61,64	67,20

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	25,93	28,54	
T+S (g):	23,53	23,96	
T (g):	15,78	15,63	
A (g):	2,40	2,58	
S (g):	7,75	8,33	
Humedad (%):	30,97	30,97	30,97

Resultados	
LL:	63,8
LP:	31,0
IP:	32,8

Representación gráfica



Observaciones:

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-2 SPT 1,20-1,80 **FECHA:** 19/08/10

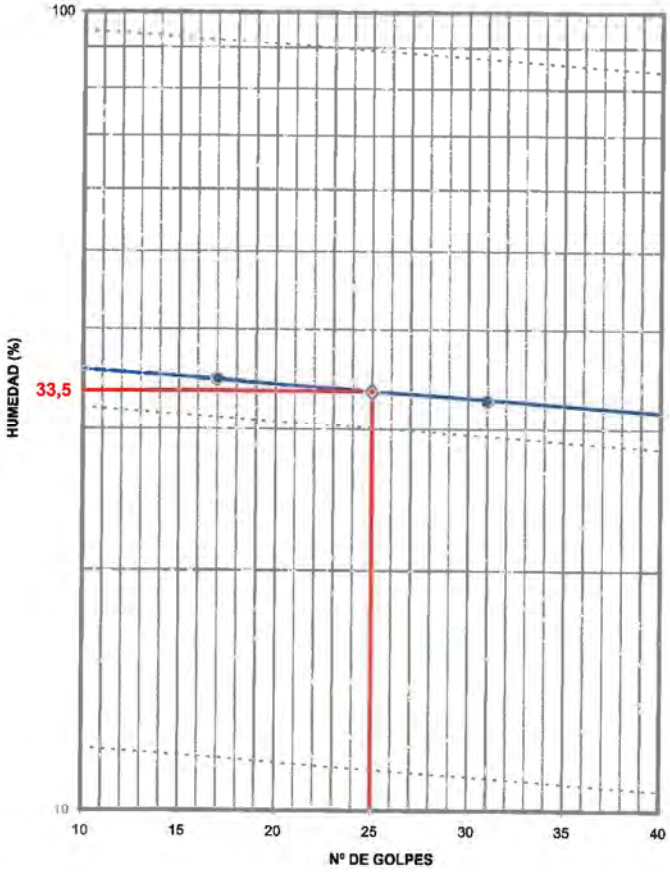
CDIAM-EssyLA (20040625) Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	31	17
T+S+A (g):	30,18	30,76
T+S (g):	24,94	25,09
T (g):	8,87	8,75
A (g):	5,24	5,67
S (g):	16,07	16,34
Humedad (%):	32,61	34,70

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	29,37	31,18	
T+S (g):	27,30	28,88	
T (g):	16,69	17,00	
A (g):	2,07	2,30	
S (g):	10,61	11,88	
Humedad (%):	19,51	19,36	**19,44**

Resultados	
LL:	33,5
LP:	19,4
IP:	14,1

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-2 SPT 5,20-5,80 **FECHA:** 19/08/10

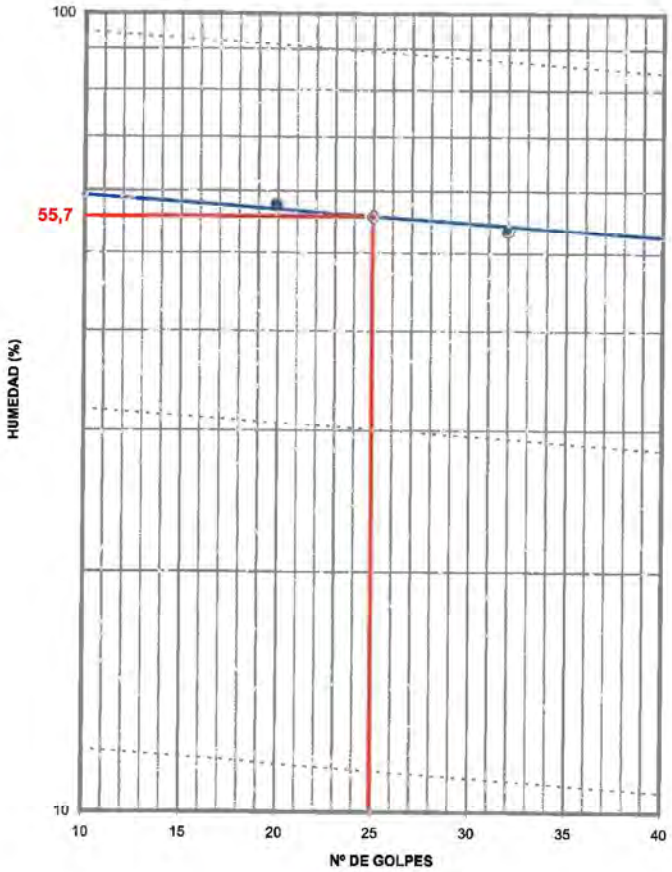
CDIAM-EssyLA (20040625) Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	32	20
T+S+A (g):	29,58	24,19
T+S (g):	22,40	18,59
T (g):	8,93	8,87
A (g):	7,18	5,60
S (g):	13,47	9,72
Humedad (%):	53,30	57,61

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	25,48	26,14	
T+S (g):	22,76	23,38	
T (g):	14,24	14,62	
A (g):	2,72	2,76	
S (g):	8,52	8,76	
Humedad (%):	31,92	31,51	**31,72**

Resultados	
LL:	55,7
LP:	31,7
IP:	24,0

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CDIAM-EnsyLA (20040625)

CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	S-2 TP 8,80-9,20	**FECHA:**	19/08/10

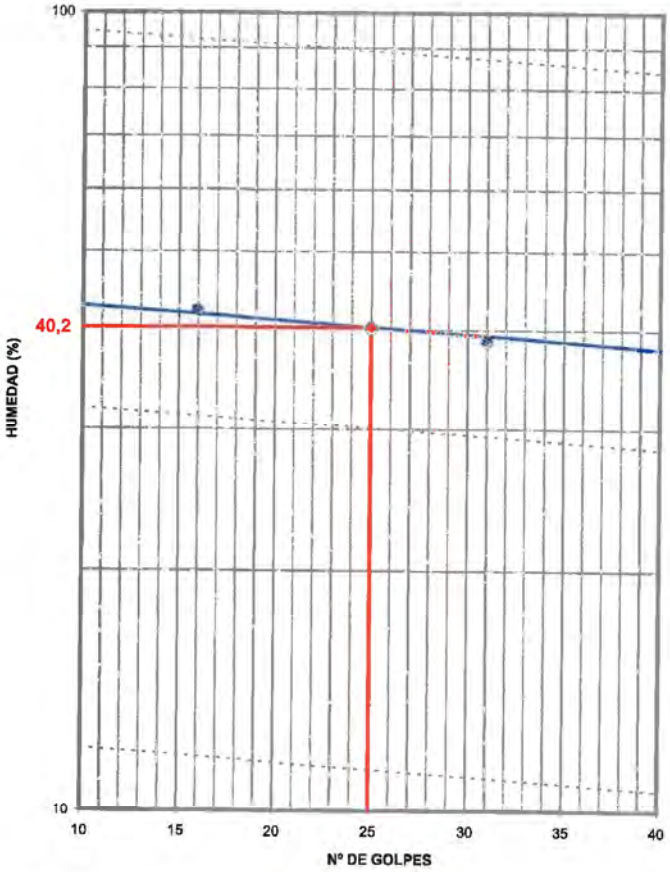
Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	31	16
T+S+A (g):	29,83	30,32
T+S (g):	23,91	24,03
T (g):	9,62	9,13
A (g):	5,92	6,29
S (g):	15,29	14,90
Humedad (%):	38,72	42,21

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	28,21	28,34	
T+S (g):	25,75	26,16	
T (g):	14,58	16,09	
A (g):	2,46	2,18	
S (g):	11,17	10,07	
Humedad (%):	22,02	21,65	21,84

Resultados	
LL:	40,2
LP:	21,8
IP:	18,4

Representación gráfica



Observaciones:

DETERMINACIÓN NO PLASTICIDAD

(UNE 103104)

CLIENTE:	GHM COMSULTORES
TRABAJO:	BALSA DAIDIN
INDICATIVO:	10607
FECHA:	30/08/10

Resultado de muestra

MUESTRA	NO PLASTICIDAD
C-Z1 MA-1 3.00-3.20	NO PLASTICO
C-Z4 MA-1 2.50-2.80	NO PLASTICO
C-Z5 MA-1 1.50-1.80	NO PLASTICO
S-1 SPT 1.20-1.50	NO PLASTICO

Compresión Simple. UNE 103400

COMPRESIÓN SIMPLE
(Norma UNE-103.400)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

CDIAM-EnsyCSS (20040107)

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-1 TP 6,20-6,50 **FECHA:** 19/08/10 Hoja 1 de 1

Medidas del ensayo

T (kp/cm²)	ΔL (%)
0,00	0,00
0,19	0,20
0,30	0,52
0,36	0,69
0,40	0,86
0,45	1,02
0,48	1,19
0,50	1,36
0,54	1,53
0,58	1,87
0,59	2,04
0,60	2,21
0,60	2,38
0,60	2,55
0,59	2,72
0,59	2,89
0,58	3,05
0,56	3,39
0,55	3,56

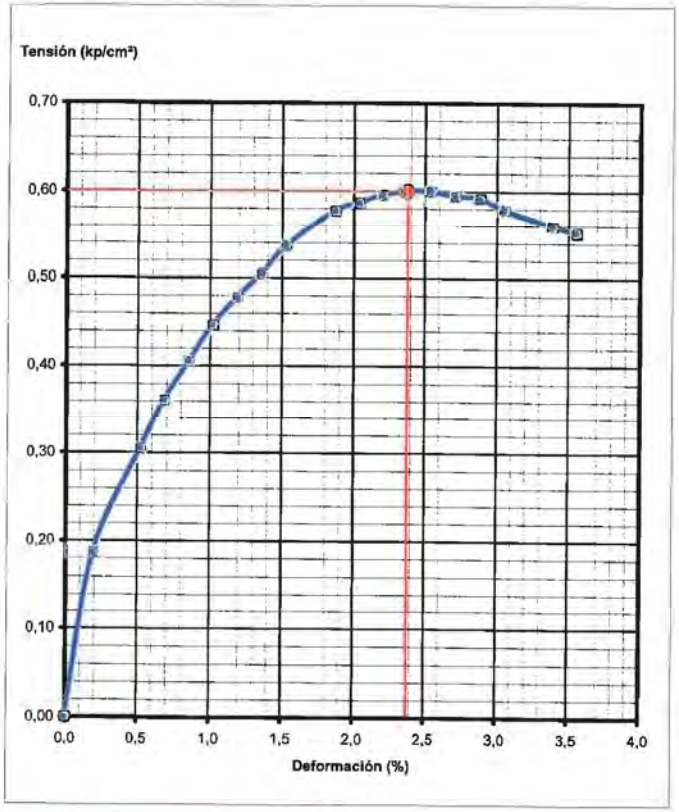
Datos y Resultados del ensayo

Densidad (g/cm³):	2,06
Velocidad (%/min):	2,000
Área (cm²):	39,37
Volumen (cm³):	588,96
Altura probeta (cm):	14,96
Diámetro (cm):	7,08

Forma de la rotura:

Resistencia máxima (kp/cm²):	**0,60**
Deformación (%):	**2,38**
Resistencia al 15% de deformación (kp/cm²):	

Curva completa del ensayo



Observaciones

Ensayo Edométrico (UNE-103405)

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

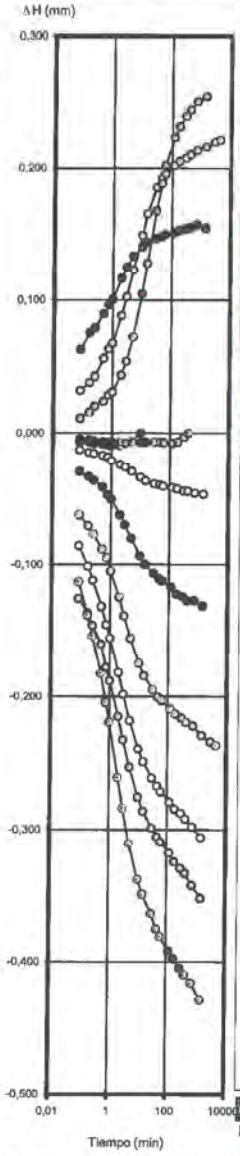
CDIAM-EnsayEDO (20030619)

ENSAYO EDOMÉTRICO
(Norma UNE 103.405)

CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	S-2 TP 7,60-8,00	**FECHA**	25/08/10

Hoja 1 de 1

Seguimiento del ensayo



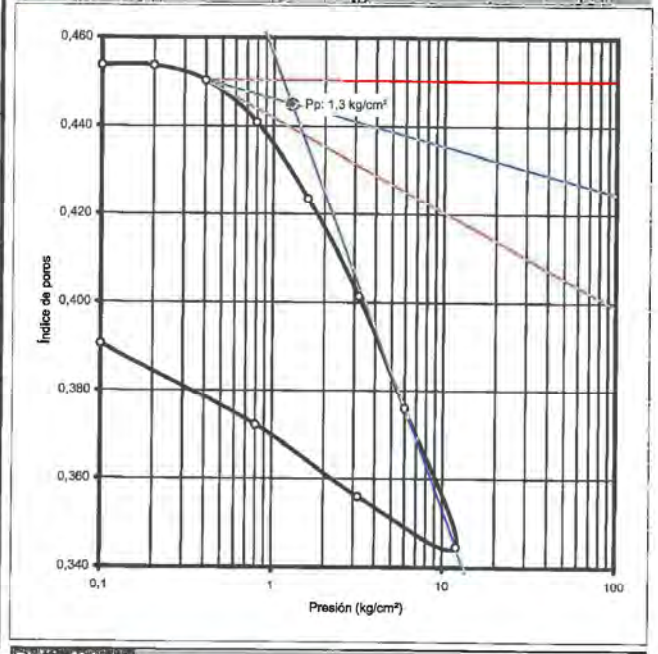
Datos y Resultados del ensayo

Humedad inicial (%):	12,55	**Índice de poros inicial (eo):**	**0,454**
Humedad final (%):	15,39	**Índice de compresión (Cc):**	**0,103**
P.e.p. sol. (g/cm³):	2,709	**Índice de hinchamiento (Cs):**	**0,027**
Grado de sat. Ini. (%):	74,91	**P. Preconsolidación (kg/cm²):**	**1,29**
Grado de sat. Fin. (%):	91,89	**Módulo edométrico* (kg/cm²):**	**280,23**
Den. seca inic. (g/cm³):	**1,863**	**Coef. Compresibilidad* (av):**	**0,00519**
Den. seca final. (g/cm³):	**1,948**	(*) En el rango de presiones del tramo recto de carga	

Índices de poros por escalón

Escalón	Carga (kg/cm²)	ΔH (mm)	Hf (mm)	e
	0,1	0,000	20,000	0,454
	0,2	0,000	20,000	0,454
	0,4	-0,047	19,953	0,450
	0,8	-0,178	19,822	0,441
	1,6	-0,415	19,585	0,424
	3,2	-0,721	19,279	0,401
	6	-1,073	18,927	0,376
	12	-1,501	18,499	0,345
	3,2	-1,346	18,654	0,356
	0,8	-1,124	18,876	0,372
	0,1	-0,870	19,130	0,391

Curva edométrica



Observaciones

Diámetro 49,5mm, Altura 20mm

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN
(EDÓMETRO)

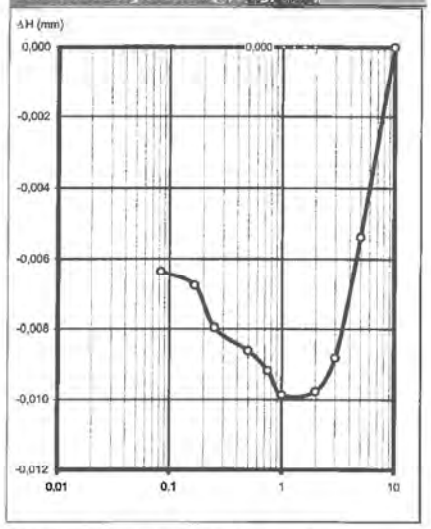
CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAN-EnsyEDO (20030619)

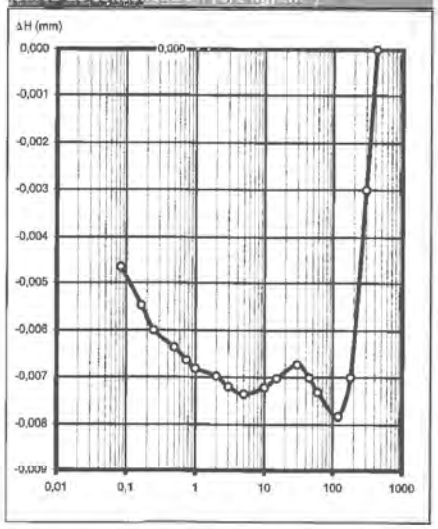
CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	S-2 TP 7,60-8,00	**FECHA**	25/08/10

Hoja 1 de 3

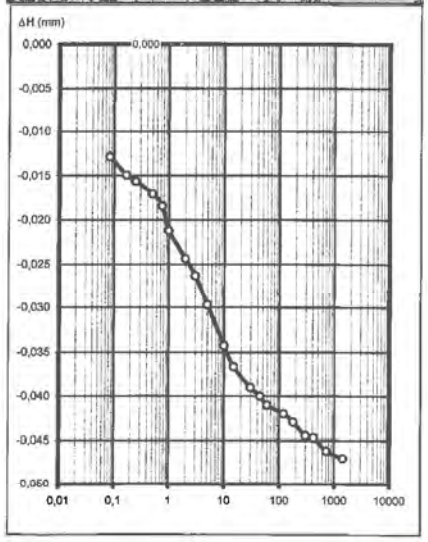
Curva de consolidación (0,1 kg/cm²)



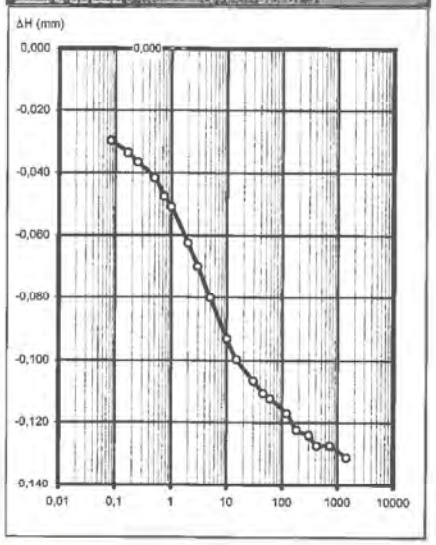
Curva de consolidación (0,2 kg/cm²)



Curva de consolidación (0,4 kg/cm²)



Curva de consolidación (0,8 kg/cm²)



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN
(EDÓMETRO)

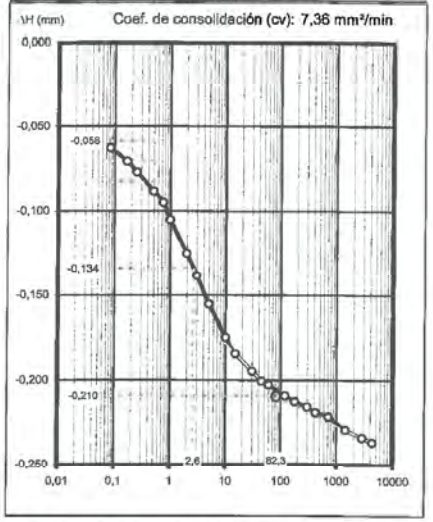
CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAN-EnsyEDO (20030619)

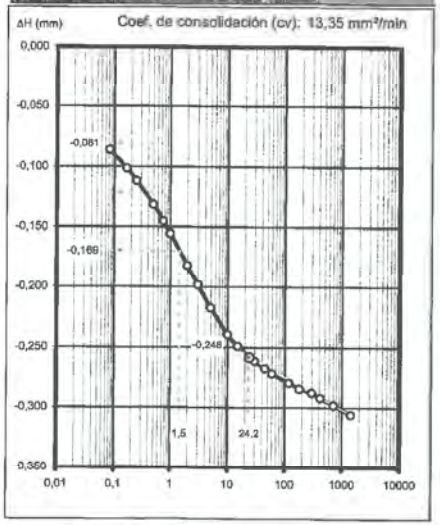
CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	S-2 TP 7,60-8,00	**FECHA**	25/08/10

Hoja 2 de 3

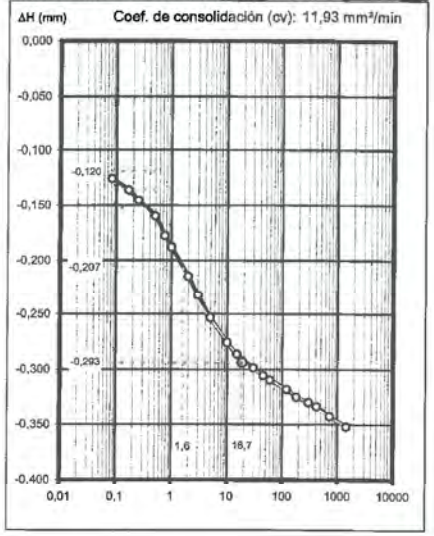
Curva de consolidación (1,6 kg/cm²)



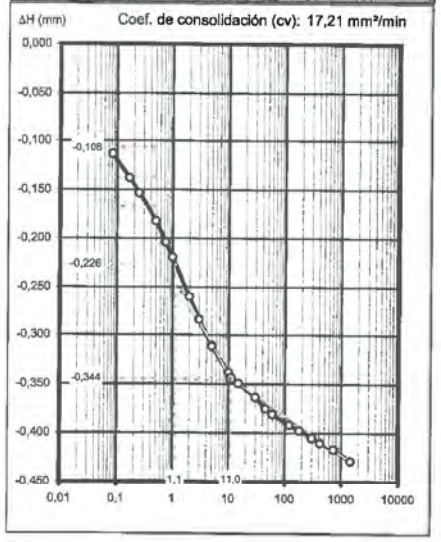
Curva de consolidación (3,2 kg/cm²)



Curva de consolidación (6 kg/cm²)



Curva de consolidación (12 kg/cm²)



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN
(EDÓMETRO)

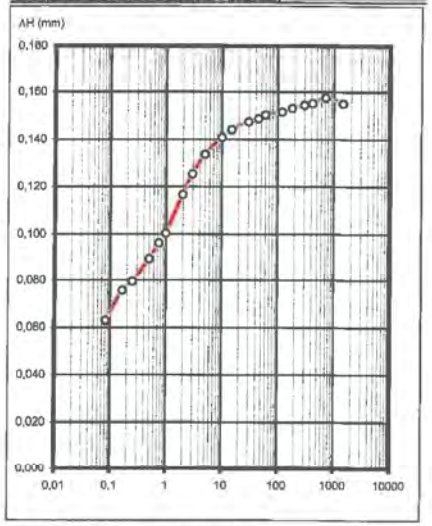
CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

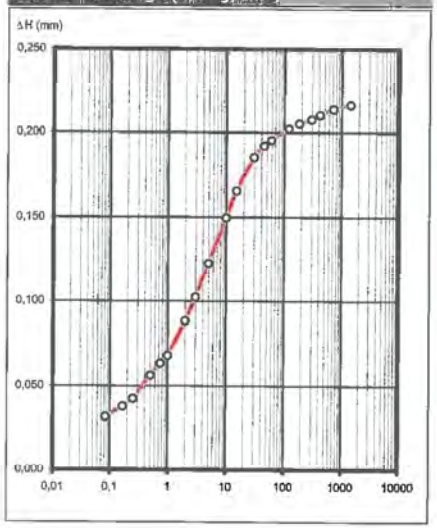
CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	S-2 TP 7,60-8,00	**FECHA:**	25/08/10

Hoja 3 de 3

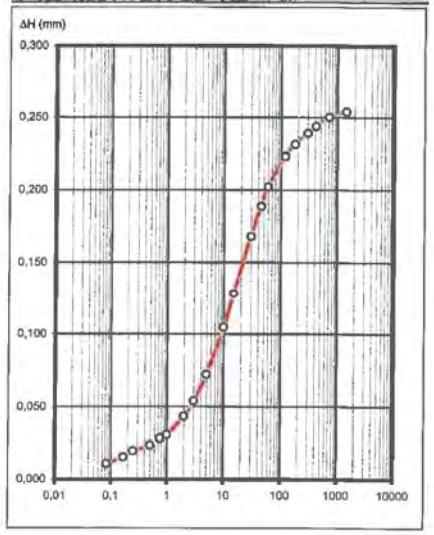
Curva de descarga (3,2 kg/cm²)



Curva de descarga (0,8 kg/cm²)



Curva de descarga (0,1 kg/cm²)



CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

ENSAYO LAMBE (UNE-103.600)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

LAMBE

(Norma UNE-103.600)

CDIAM-EnsyLMB (20050201)

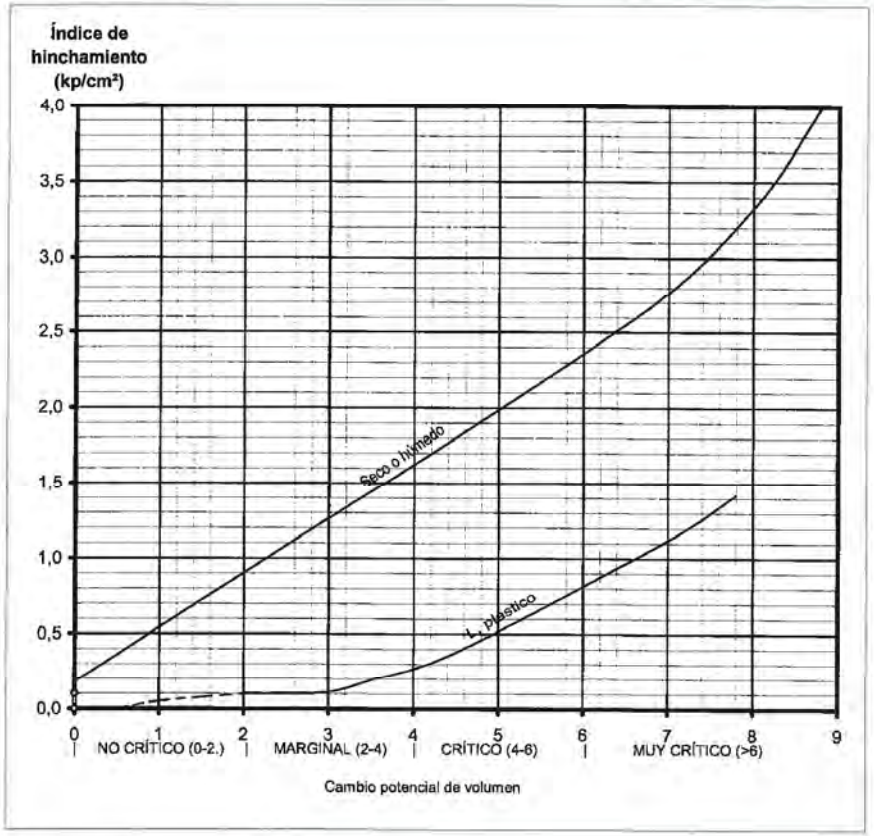
CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	C-Z3 MA-1 3,50-3,70	**FECHA:** 19/08/10	Hoja 1 de 1

Datos del ensayo	Inicial	Final
Humedad (%):	0,85	17,78
Densidad (g/cm³):	1,84	1,84
Área (cm²):	38,48	38,48
Volumen (cm³):	61,58	61,58
Altura probeta (cm):	1,60	1,60

Resultados del ensayo

Índice de hinchamiento (kg/cm²):	**0,100**
Condiciones del ensayo:	**Seco**
Cambio potencial de volumen:	**NO CRÍTICO (0,00)**

Curva completa del ensayo



Observaciones:

LAMBE

(Norma UNE-103.600)

CDIAM-EnsyLMB (20050201)

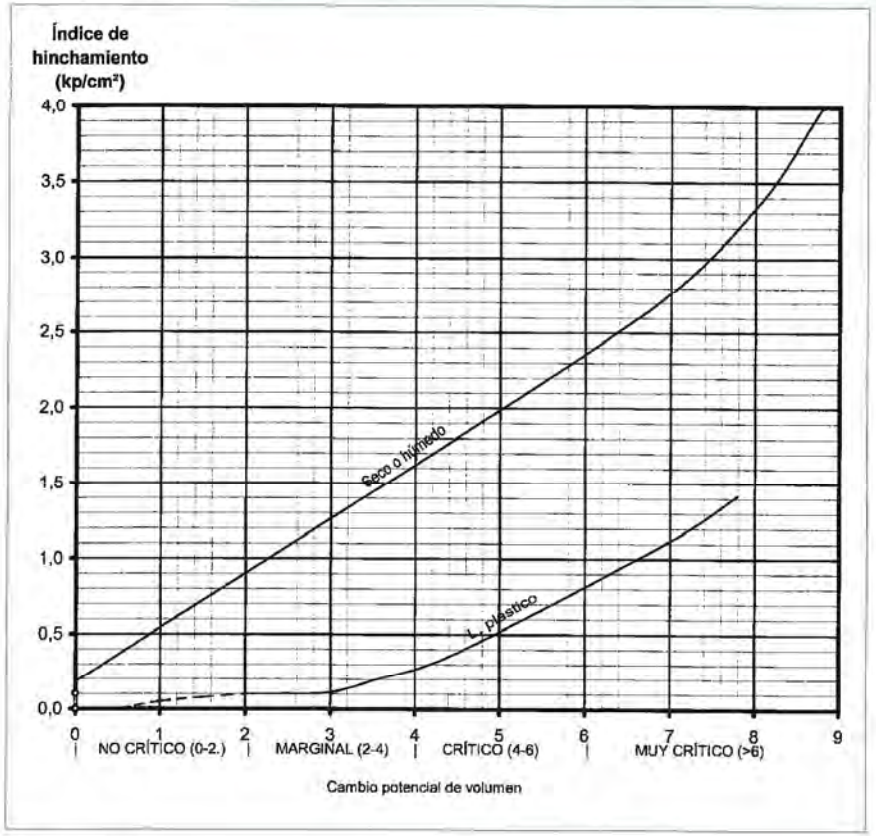
CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	C-Z6 MA-1 4,00-4,20	**FECHA:** 19/08/10	Hoja 1 de 1

Datos del ensayo	Inicial	Final
Humedad (%):	0,59	16,24
Densidad (g/cm³):	1,71	1,71
Área (cm²):	38,48	38,48
Volumen (cm³):	61,58	61,58
Altura probeta (cm):	1,60	1,60

Resultados del ensayo

Índice de hinchamiento (kg/cm²):	**0,100**
Condiciones del ensayo:	**Seco**
Cambio potencial de volumen:	**NO CRÍTICO (0,00)**

Curva completa del ensayo



Observaciones:

Triaxial. UNE 103402

TRIAXIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	C-Z3 MA-1 3,50-3,70	**FECHA:** 25/08/10	Hoja 1 de 2

Tipo de ensayo triaxial

Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Remoldeada al 100% PN

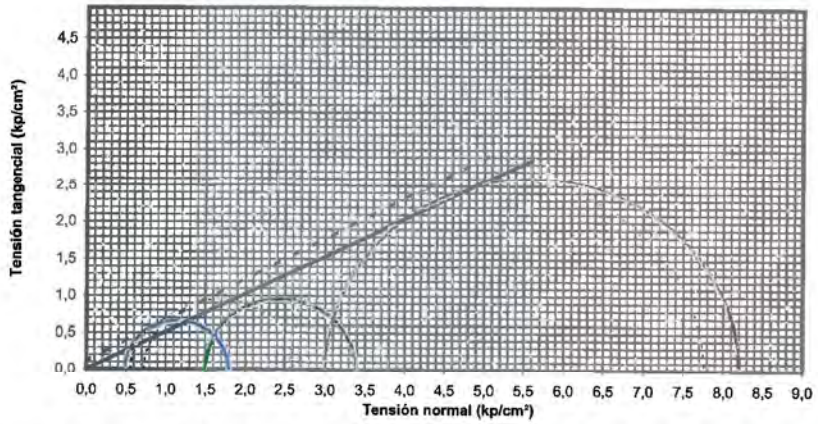
Velocidad del ensayo 0,05mm/min

Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm²):	6,50	7,50	9,00
Presión de cola (kp/cm²):	6,00	6,00	6,00
Diámetro (cm):	3,82	3,82	3,82
Altura (cm):	7,58	7,58	7,58
Humedad inicial (%):	14,95	14,67	14,58
Humedad final (%):	19,05	18,15	13,90
Densidad seca (g/cm³):	1,723	1,687	1,703

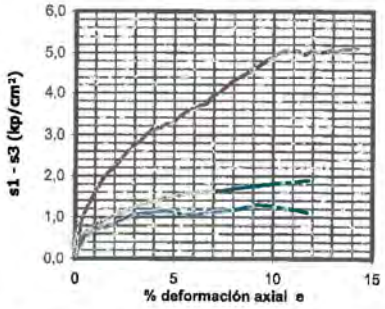
Interpretación	Totales	Efectivas
Cohesión (kp/cm²):	0,01	0,11
Fricción (º):	**27,04**	**29,13**
Pendiente:	0,51	0,56

Datos rotura	I	II	III	I'	II'	III'
(s1+s3)/2 (kp/cm²):	1,15	2,45	5,60	1,20	1,67	5,16
(s1-s3)/2 (kp/cm²):	0,65	0,95	2,60	0,65	0,95	2,60

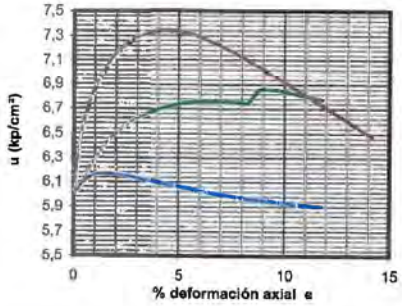
Recta de coulomb y círculos de Mohr



T. Desviadora corregida-Deformación axial



Presión intersticial-Deformación axial



Observaciones probeta I:

Observaciones probeta II:

Observaciones probeta III:

TRIAXIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z3 MA-1 3,50-3,70 **FECHA:** 25/08/10 Hoja 2 de 2

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
0,52	0,51	6,11
0,73	1,02	6,16
0,77	1,53	6,17
0,84	2,03	6,16
0,98	2,54	6,15
1,06	3,05	6,13
1,08	3,56	6,11
1,12	4,07	6,09
1,15	4,58	6,08
1,11	5,08	6,06
1,07	5,59	6,04
1,06	6,10	6,02
1,09	6,61	6,00
1,14	7,12	5,99
1,16	7,63	5,98
1,18	8,13	5,96
1,23	8,64	5,95
1,30	9,15	5,94
1,29	9,66	5,93
1,24	10,17	5,92
1,21	10,68	5,91
1,17	11,19	5,90
1,11	11,69	5,90
1,09	12,20	5,89

PROBETA II (7,5 kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
0,45	0,24	6,05
0,60	0,50	6,13
0,71	0,75	6,21
0,78	0,99	6,28
0,85	1,23	6,35
0,92	1,49	6,41
0,98	1,75	6,46
1,04	2,00	6,50
1,09	2,25	6,53
1,14	2,51	6,57
1,19	2,75	6,59
1,24	3,01	6,62
1,28	3,25	6,64
1,32	3,51	6,66
1,36	3,76	6,68
1,38	4,01	6,69
1,42	4,26	6,71
1,45	4,50	6,72
1,48	4,76	6,73
1,51	5,00	6,74
1,53	5,25	6,74
1,55	5,50	6,75
1,57	5,75	6,76
1,59	6,01	6,76
1,60	6,26	6,76
1,62	6,51	6,76
1,62	6,76	6,76
1,62	7,03	6,76
1,63	7,30	6,76
1,65	7,53	6,75
1,67	7,78	6,75
1,69	8,03	6,75
1,71	8,28	6,74
1,72	8,53	6,80
1,74	8,78	6,85
1,76	9,03	6,86
1,76	9,28	6,86
1,79	9,53	6,85
1,79	9,78	6,85
1,81	10,02	6,84
1,82	10,28	6,83
1,83	10,53	6,82
1,84	10,78	6,81
1,85	11,03	6,80
1,86	11,28	6,79
1,88	11,53	6,78
1,89	11,78	6,77

PROBETA III (9 kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
0,94	0,32	6,47
1,28	0,64	6,69
1,57	0,97	6,84
1,83	1,27	6,96
2,05	1,59	7,05
2,18	1,90	7,13
2,35	2,22	7,19
2,54	2,55	7,24
2,70	2,89	7,27
2,83	3,23	7,30
2,99	3,57	7,32
3,13	3,91	7,34
3,15	4,25	7,34
3,24	4,60	7,34
3,28	4,95	7,34
3,43	5,27	7,33
3,54	5,61	7,31
3,63	5,94	7,30
3,70	6,29	7,27
3,73	6,59	7,25
3,94	6,94	7,22
4,01	7,27	7,20
4,15	7,60	7,17
4,27	7,90	7,13
4,38	8,23	7,10
4,48	8,54	7,07
4,56	8,87	7,04
4,67	9,20	7,00
4,78	9,53	6,97
4,89	9,87	6,93
4,96	10,21	6,90
5,04	10,53	6,86
5,03	10,88	6,83
5,06	11,22	6,79
4,96	11,55	6,75
5,04	11,88	6,72
5,01	12,22	6,68
5,03	12,55	6,65
5,06	12,89	6,61
5,02	13,21	6,58
5,08	13,55	6,54
5,10	13,87	6,51
5,11	14,20	6,47
5,20	14,51	6,44

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

TRIAXIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z6 MA-1 4,00-4,20 **FECHA:** 25/08/10 Hoja 1 de 2

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Tipo de ensayo: triaxial

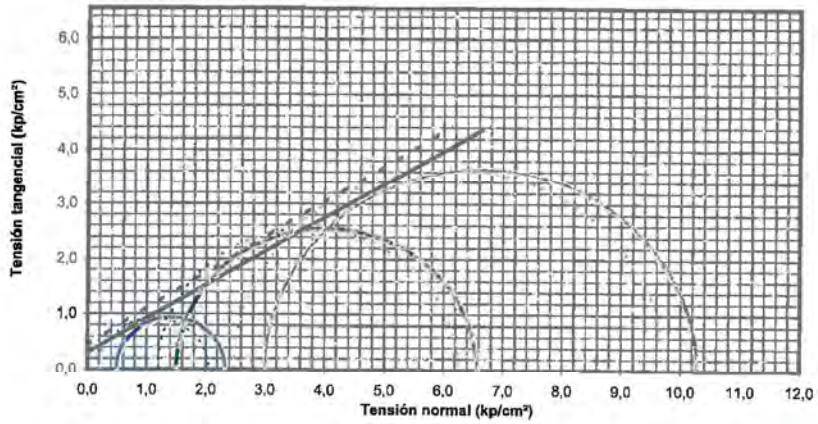
Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Remoldeada al 100% PN
Velocidad del ensayo 0,008mm/min

Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm²):	6,50	7,50	9,00
Presión de cola (kp/cm²):	6,00	6,00	6,00
Diámetro (cm):	3,82	3,82	3,82
Altura (cm):	7,58	7,58	7,58
Humedad inicial (%):	12,89	12,91	12,34
Humedad final (%):	18,88	16,13	13,64
Densidad seca (g/cm³):	1,747	1,757	1,756

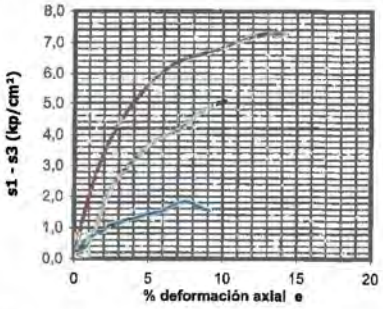
Interpretación	Totales	Efectivas
Cohesión (kp/cm²):	0,31	0,44
Fricción (º):	**31,39**	**33,12**
Pendiente:	0,61	0,65

Datos rotura	I	II	III	I'	II'	III'
(s1+s3)/2 (kp/cm²):	1,42	4,04	6,64	1,13	3,73	6,11
(s1-s3)/2 (kp/cm²):	0,92	2,54	3,64	0,92	2,54	3,64

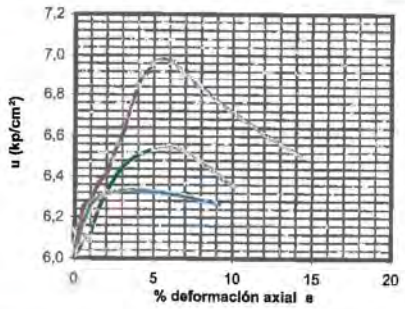
Rotura de Coulomb y círculos de Mohr



Desviadora corregida-Deformación axial



Presión intersticial-Deformación axial



Observaciones probeta I:
Observaciones probeta II:
Observaciones probeta III:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

TRIAXIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z6 MA-1 4,00-4,20 **FECHA:** 25/08/10 Hoja 2 de 2

CD(AM-EfeyTRS (20030721)

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm²)

s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
0,42	0,51	6,16
0,65	1,02	6,26
0,82	1,53	6,30
0,94	2,03	6,32
1,10	2,54	6,33
1,14	3,05	6,33
1,24	3,56	6,33
1,28	4,07	6,33
1,38	4,58	6,33
1,42	5,08	6,33
1,47	5,59	6,32
1,54	6,10	6,32
1,68	6,61	6,31
1,80	7,12	6,30
1,84	7,63	6,29
1,76	8,13	6,28
1,62	8,64	6,28
1,56	9,15	6,27
1,48	9,66	6,26

PROBETA II (7,5 kp/cm²)

s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
0,21	0,51	6,07
0,52	1,02	6,13
1,07	1,53	6,24
1,72	2,03	6,33
2,27	2,54	6,40
2,65	3,05	6,45
2,94	3,56	6,49
3,19	4,07	6,51
3,43	4,58	6,52
3,68	5,08	6,54
3,86	5,59	6,54
3,97	6,10	6,54
4,04	6,61	6,54
4,17	7,12	6,52
4,36	7,63	6,49
4,57	8,13	6,47
4,75	8,64	6,44
4,89	9,15	6,41
5,00	9,66	6,38
5,05	10,17	6,35
5,07	10,68	6,31

PROBETA III (9 kp/cm²)

s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
1,11	0,51	6,25
2,06	1,02	6,29
2,86	1,53	6,37
3,47	2,04	6,42
3,98	2,55	6,53
4,41	3,06	6,62
4,76	3,57	6,75
5,08	4,09	6,87
5,38	4,60	6,92
5,66	5,11	6,97
5,91	5,62	6,98
6,12	6,13	6,97
6,29	6,64	6,93
6,42	7,15	6,90
6,51	7,66	6,86
6,57	8,17	6,83
6,64	8,68	6,79
6,71	9,19	6,76
6,79	9,70	6,73
6,87	10,21	6,70
6,97	10,72	6,68
7,07	11,24	6,65
7,15	11,75	6,62
7,21	12,26	6,60
7,25	12,77	6,58
7,27	13,28	6,55
7,28	13,79	6,53
7,26	14,30	6,50
7,24	14,81	6,48

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

TRIAXIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-1 TP 8,60-9,10 **FECHA:** 24/08/10 Hoja 1 de 2

CD(AM-EfeyTRS (20030721)

Tipo de ensayo triaxial

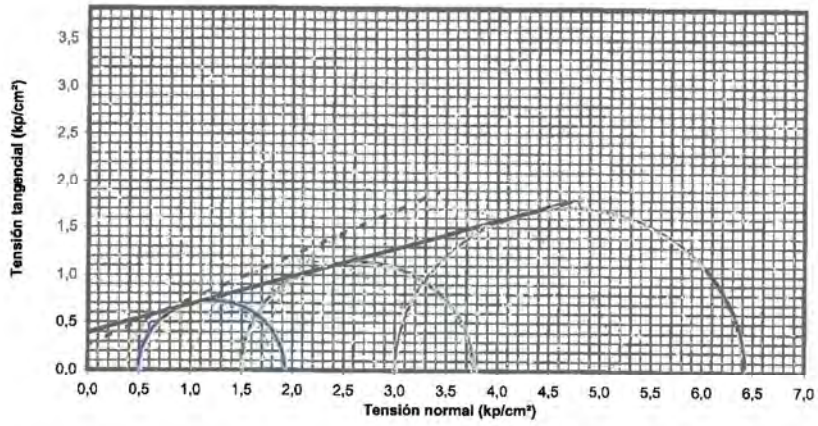
Consolidado sin drenaje con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
Velocidad del ensayo 0,0[illegible]mm/min

Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm²):	6,50	7,50	9,00
Presión de cola (kp/cm²):	6,00	6,00	6,00
Diámetro (cm):	3,82	3,82	3,82
Altura (cm):	7,58	7,58	7,58
Humedad inicial (%):	21,09	21,19	21,95
Humedad final (%):	23,98	24,97	22,22
Densidad seca (g/cm³):	1,646	1,682	1,672

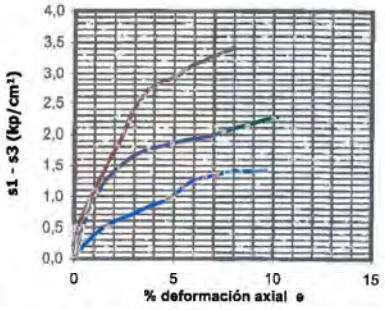
Interpretación	Totales	Efectivas
Cohesión (kp/cm²):	0,39	0,26
Fricción (º):	**16,50**	**25,43**
Pendiente:	0,30	0,48

Datos rotura	I	II	III	I'	II'	III'
(s1+s3)/2 (kp/cm²):	1,22	2,64	4,71	1,10	2,15	3,42
(s1-s3)/2 (kp/cm²):	0,72	1,14	1,71	0,72	1,14	1,71

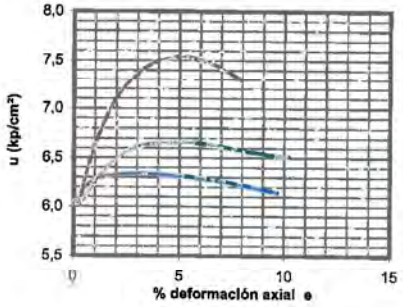
Rotura de Coulomb y círculos de Mohr



T. Desviadora corregida-Deformación axial



Presión intersticial-Deformación axial



Observaciones probeta I:
Observaciones probeta II:
Observaciones probeta III:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CEPASA ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

CDIAM-EntyTRS (20030721)

TRIAXIAL DE SUELOS

(Norma UNE 103402)

CLIENTE: GHM CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: S-1 TP 8,60-9,10 **FECHA:** 24/08/10 Hoja 2 de 2

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm²)

s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
0,21	0,51	6,19
0,38	1,02	6,27
0,51	1,53	6,31
0,59	2,03	6,33
0,65	2,54	6,34
0,72	3,05	6,34
0,80	3,56	6,34
0,87	4,07	6,33
0,92	4,58	6,32
1,03	5,08	6,31
1,18	5,59	6,30
1,28	6,10	6,28
1,30	6,61	6,27
1,34	7,12	6,25
1,40	7,63	6,23
1,41	8,13	6,21
1,40	8,64	6,19
1,41	9,15	6,16
1,43	9,66	6,14
1,43	10,17	6,12

PROBETA II (7,5 kp/cm²)

s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
0,59	0,51	6,07
0,99	1,02	6,25
1,25	1,53	6,39
1,41	2,04	6,49
1,55	2,55	6,57
1,67	3,06	6,62
1,74	3,57	6,64
1,79	4,09	6,65
1,82	4,60	6,65
1,87	5,11	6,65
1,91	5,62	6,65
1,93	6,13	6,64
1,96	6,64	6,62
2,01	7,15	6,60
2,06	7,66	6,58
2,10	8,17	6,56
2,15	8,68	6,55
2,20	9,19	6,53
2,24	9,70	6,52
2,27	10,21	6,51
2,27	10,72	6,49

PROBETA III (9 kp/cm²)

s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00
0,55	0,23	5,99
0,72	0,46	6,24
0,87	0,70	6,43
1,06	0,94	6,59
1,21	1,18	6,73
1,37	1,42	6,86
1,51	1,64	6,96
1,68	1,88	7,06
1,79	2,12	7,14
1,95	2,37	7,21
2,15	2,61	7,28
2,32	2,87	7,33
2,47	3,12	7,38
2,58	3,38	7,43
2,71	3,65	7,46
2,76	3,91	7,49
2,80	4,18	7,51
2,88	4,44	7,52
2,89	4,70	7,53
2,94	4,96	7,54
2,97	5,21	7,54
3,04	5,48	7,53
3,09	5,73	7,52
3,14	5,99	7,51
3,16	6,25	7,50
3,20	6,48	7,47
3,26	6,75	7,45
3,29	6,99	7,42
3,31	7,23	7,39
3,34	7,48	7,36
3,37	7,72	7,33
3,42	7,96	7,29
3,42	8,20	7,25

CEPASA ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

Permeabilidad con Presión en Cola

PERMEABILIDAD CON PRESIÓN EN COLA

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDBAM-EnsyPerCol_20030928

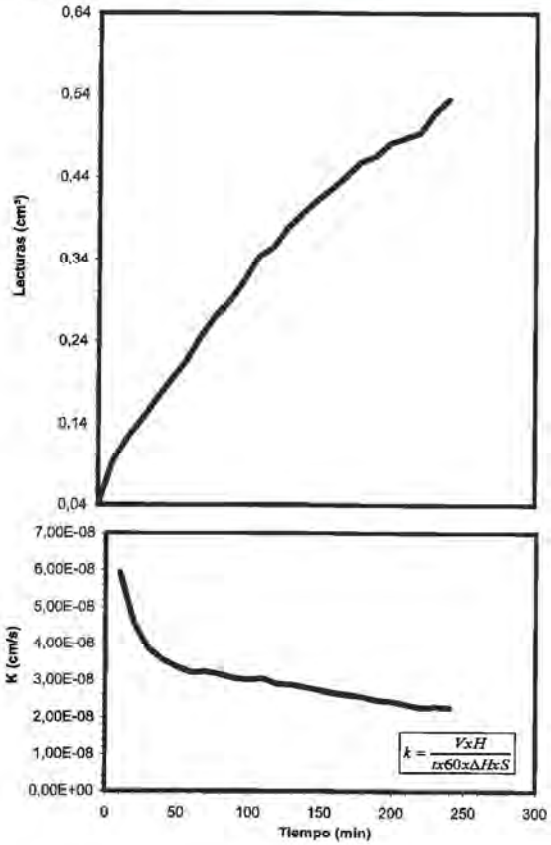
CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDÍN		
INDICATIVO:	10607	**LABORANTE:**	N.Calderón
MUESTRA:	S-1 MI 11,25-11,65	**FECHA:**	24/08/10

Hoja 1 de 1

Datos y resultados del ensayo

Superficie (cm²). S:	11,46	Presión de confinamiento externa (kp/cm²):	6,5
Altura (cm). H:	7,58	Presión de cola (kp/cm²):	6,0
Densidad seca (g/cm³):	1,721	Intervalo de tiempo considerado (min). t:	240
Humedad inicial (%):	21,90	Volumen en el tiempo considerado (cm³). V:	0,49
Humedad final (%):	23,23	Gradiente de agua (cm). ΔH:	1000
		Permeabilidad 'k' (cm/s):	**2,27E-08**

Seguimiento del ensayo



Tiempo (min)	Lectura (cm³)	Perm K (cm/s)
0	0,04	-
10	0,09	5,92E-08
20	0,12	4,56E-08
30	0,14	3,87E-08
40	0,17	3,55E-08
50	0,19	3,35E-08
60	0,21	3,20E-08
70	0,24	3,23E-08
80	0,27	3,16E-08
90	0,29	3,04E-08
100	0,31	3,01E-08
110	0,34	3,04E-08
120	0,35	2,89E-08
130	0,38	2,87E-08
140	0,39	2,79E-08
150	0,41	2,73E-08
160	0,43	2,66E-08
170	0,44	2,60E-08
180	0,46	2,56E-08
190	0,47	2,47E-08
200	0,48	2,43E-08
210	0,49	2,35E-08
220	0,49	2,27E-08
230	0,52	2,29E-08
240	0,53	2,27E-08

Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

PIN HOLE (NLT-207)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

DISPERSABILIDAD POR TUBIFICACIÓN PIN-HOLE (NLT-207)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDIN		
INDICATIVO:	10607		
MUESTRA:	C-Z3 MA-1 3.50-3.70	FECHA:	19/08/10

Resultados de los ensayos

ALTURA DE AGUA (mm)	TIEMPO (min)	TURBIDEZ	CAUDAL (ml/s)	ϕ ORIFICIO (mm)	CLASIFICACIÓN
50	10	CLARA	0,02		
180	10	CLARA	0,21		
380	10	CLARA	0,71		
1020	10	CLARA	2,21		**ND1**

Observaciones

Ensayo realizado a humedad 14,86

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

DISPERSABILIDAD POR TUBIFICACIÓN PIN-HOLE (NLT-207)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE:	GHM CONSULTORES		
TRABAJO:	BALSA ZAIDIN		
INDICATIVO:	10607		
MUESTRA:	C-Z6 MA-1 4.00-4.20	FECHA:	19/08/10

Resultados de los ensayos

ALTURA DE AGUA (mm)	TIEMPO (min)	TURBIDEZ	CAUDAL (ml/s)	ϕ ORIFICIO (mm)	CLASIFICACIÓN
50	10	CLARA	0,47		
180	10	CLARA	1,21		
380	10	CLARA	2,61		
1020	10	CLARA	5,71		**ND1**

Observaciones

Ensayo realizado a humedad 12,72

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

Proctor Normal. UNE 103500

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsayPROCTOR (20040430)

ENSAYO PROCTOR
(Norma UNE 103.500)

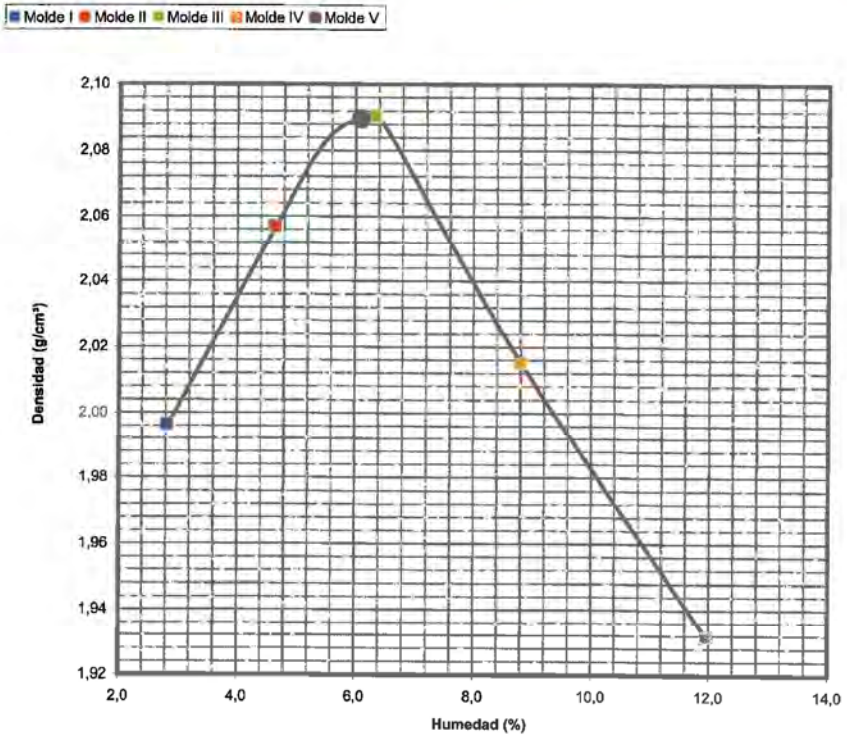
CLIENTE: G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** Elena Bultrago
MUESTRA: C-Z1 MA-1 3,00-3,20 **FECHA:** 13/08/10 Hoja 1 de 1

Características	
Tipo ensayo:	Proctor normal
Peso maza (kg):	2,5
Altura caida (cm):	30,5
Nº de capas:	3
Golpes por capa:	26
Material sustituido (%):	0,00

Datos generales	I	II	III	IV	V
Densidad (g/cm³):	1,996	2,057	2,090	2,015	1,932
Humedad (%):	2,83	4,66	6,34	8,81	11,96

Resultados	
Densidad máxima (g/cm³):	2,09
Humedad (%):	**6,09**

Gráfico densidad-humedad



Observaciones:

ENSAYO PROCTOR
(Norma UNE 103.500)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z2 MA-1 1,10-1,30 **FECHA:** 17/08/10

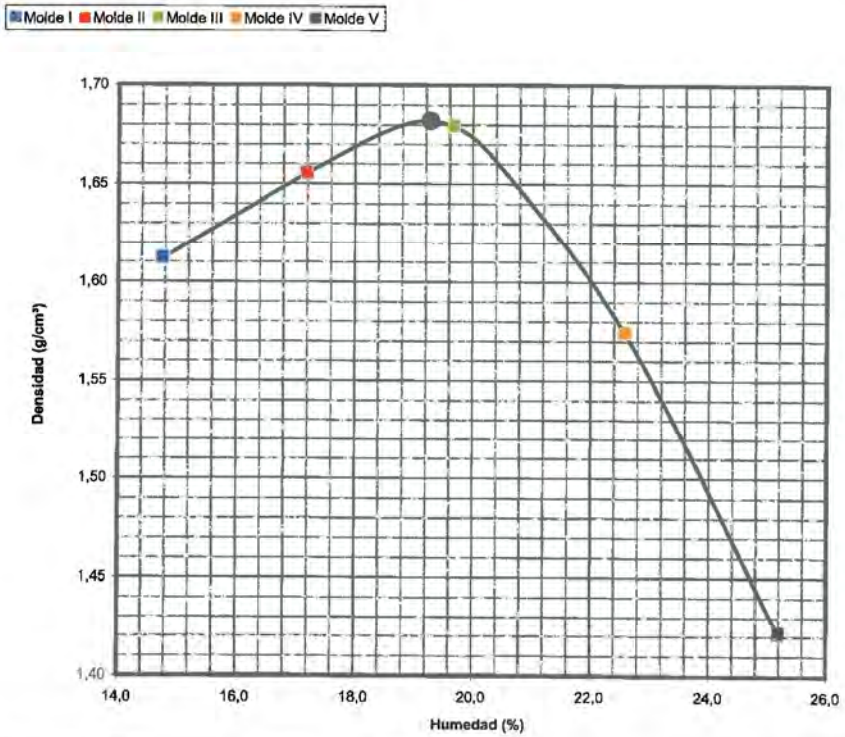
CDIAM-EnsyPROCTOR (20040430) Hoja 1 de 1

Características	
Tipo ensayo:	Proctor normal
Peso maza (kg):	2,5
Altura caida (cm):	30,5
Nº de capas:	3
Golpes por capa:	26
Material sustituido (%):	0,00

Datos generales	I	II	III	IV	V
Densidad (g/cm³):	1,612	1,655	1,679	1,574	1,422
Humedad (%):	14,76	17,19	19,68	22,58	25,18

Resultados	
Densidad máxima (g/cm³):	1,68
Humedad (%):	19,28

Gráfico densidad-humedad



Observaciones:

ENSAYO PROCTOR
(Norma UNE 103.500)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** Elena Bultrago
MUESTRA: C-Z3 MA-1 3,50-3,70 **FECHA:** 13/08/10

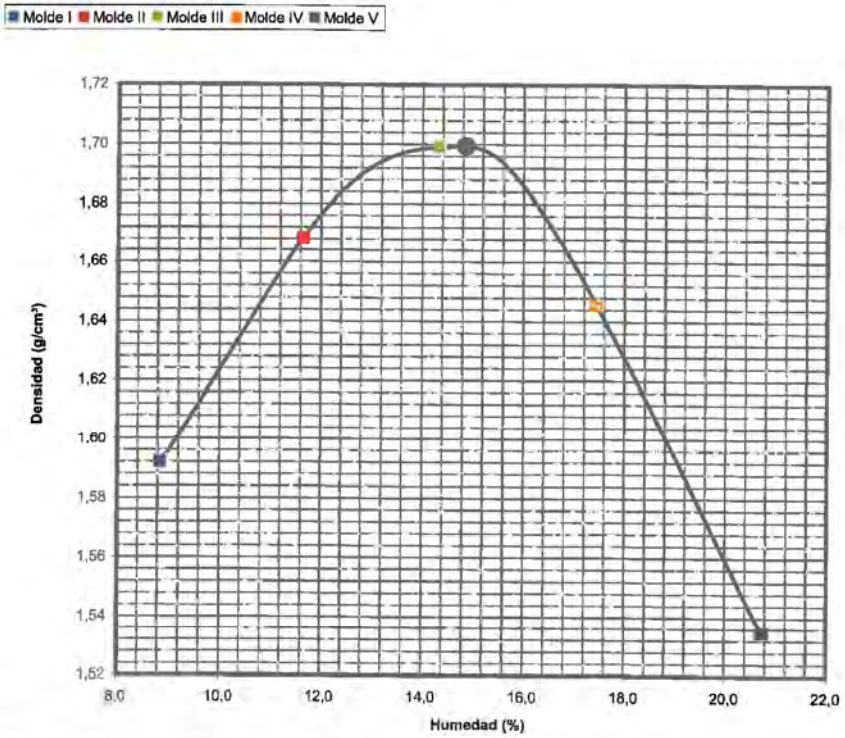
CDIAM-EnsyPROCTOR (20040430) Hoja 1 de 1

Características	
Tipo ensayo:	Proctor normal
Peso maza (kg):	2,5
Altura caida (cm):	30,5
Nº de capas:	3
Golpes por capa:	26
Material sustituido (%):	0,00

Datos generales	I	II	III	IV	V
Densidad (g/cm³):	1,592	1,668	1,699	1,646	1,534
Humedad (%):	8,86	11,65	14,35	17,44	20,74

Resultados	
Densidad máxima (g/cm³):	1,70
Humedad (%):	**14,86**

Gráfico densidad-humedad



Observaciones:

ENSAYO PROCTOR
(Norma UNE 103.500)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyPROCTOR (20040430)

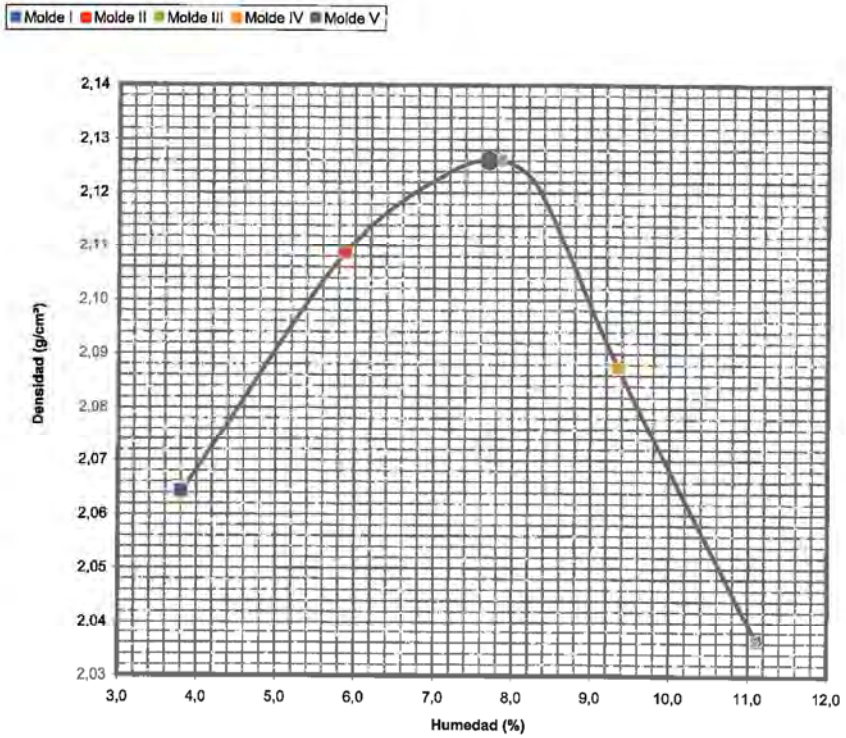
CLIENTE: G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** Elena Buitrago
MUESTRA: C-Z4 MA-1 2,50-2,80 **FECHA:** 13/08/10 Hoja 1 de 1

Características	
Tipo ensayo:	Proctor normal
Peso maza (kg):	2,5
Altura caida (cm):	30,5
Nº de capas:	3
Golpes por capa:	26
Material sustituido (%):	0,00

Datos generales	I	II	III	IV	V
Densidad (g/cm³):	2,064	2,109	2,126	2,087	2,037
Humedad (%):	3,81	5,88	7,83	9,36	11,10

Resultados	
Densidad máxima (g/cm³):	2,13
Humedad (%):	**7,70**

Gráfico: densidad-humedad



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

ENSAYO PROCTOR
(Norma UNE 103.500)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyPROCTOR (20040430)

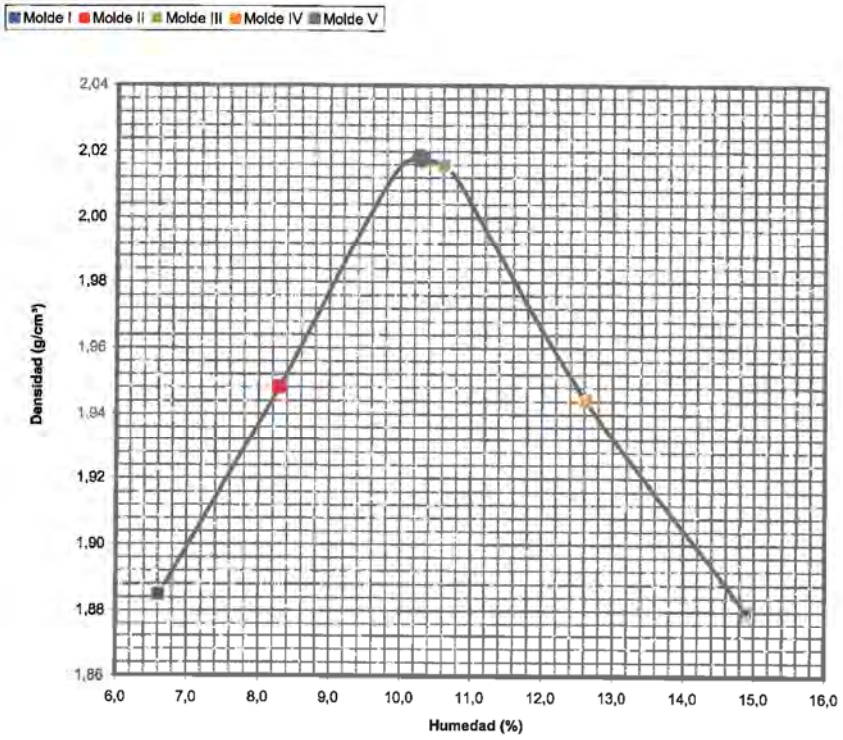
CLIENTE: G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z5 MA-1 1,50-1,80 **FECHA:** 18/08/10 Hoja 1 de 1

Características	
Tipo ensayo:	Proctor normal
Peso maza (kg):	2,5
Altura caida (cm):	30,5
Nº de capas:	3
Golpes por capa:	26
Material sustituido (%):	0,00

Datos generales	I	II	III	IV	V
Densidad (g/cm³):	1,886	1,948	2,016	1,944	1,880
Humedad (%):	6,62	8,29	10,62	12,62	14,90

Resultados	
Densidad máxima (g/cm³):	2,02
Humedad (%):	10,28

Gráfico densidad-humedad



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

ENSAYO PROCTOR
(Norma UNE 103.500)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-Ensy/PROCTOR (20040430)

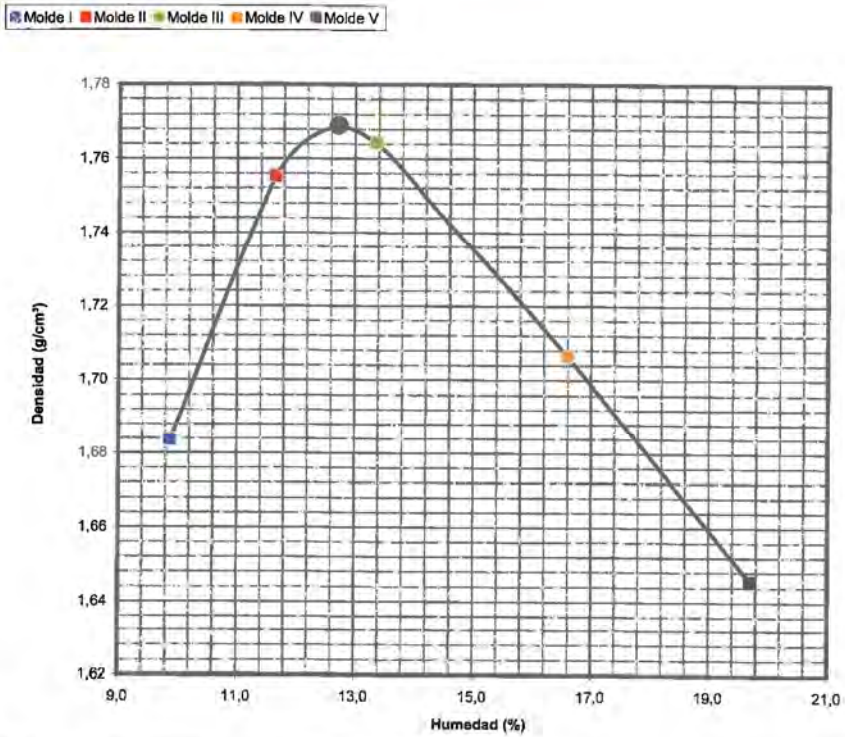
CLIENTE: G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDÍN
INDICATIVO: 10607 **LABORANTE:** N.Calderón
MUESTRA: C-Z6 MA-2 4,00-4,20 **FECHA:** 17/08/10 Hoja 1 de 1

Características	
Tipo ensayo:	Proctor normal
Peso maza (kg):	2,5
Altura caida (cm):	30,5
Nº de capas:	3
Golpes por capa:	26
Material sustituido (%):	0,00

Datos generales	I	II	III	IV	V
Densidad (g/cm³):	1,683	1,755	1,764	1,706	1,645
Humedad (%):	9,87	11,66	13,35	16,60	19,70

Resultados	
Densidad máxima (g/cm³):	1,77
Humedad (%):	12,72

Gráfico densidad-humedad



Observaciones:

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE MATERIA ORGÁNICA
(Norma UNE-103.204)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CLIENTE: G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO: BALSA ZAIDIN
INDICATIVO: 10607
FECHA: 20/08/10

Resultados de los ensayos

MUESTRA	Materia Orgánica. (%)
C-Z1 MA-1 2 SACOS 3.00-3.20	0,423
C-Z2 MA-1 2 SACOS 1.10-1.30	0,601
C-Z3 MA-1 2 SACOS 3.50-3.70	0,394
C-Z4 MA-1 2 SACOS 2.50-2.80	0,416
C-Z6 MA-1 2 SACOS 4.00-4.20	0,401
S-2 SPT 1.20-1.80	1,126

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CARBONATOS
(Norma UNE-103.200)

CLIENTE:	G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO:	BALSA ZAIDINI
INDICATIVO:	10607
FECHA:	17/08/10

Resultados de los ensayos

MUESTRA	CO_3Ca (%)
C-Z1 MA-1 2 SACOS 3.00-3.20	26,04
C-Z2 MA-1 2 SACOS 1.10-1.30	49,14
C-Z3 MA-1 2 SACOS 3.50-3.70	49,34
C-Z4 MA-1 2 SACOS 2.50-2.80	25,33
C-Z5 MA-1 2 SACOS 1.50-1.80	48,94
C-Z6 MA-1 2 SACOS 4.00-4.20	39,51

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS
(Norma UNE-103.201)

CLIENTE:	G.H.M. CONSULTORES
TRABAJO:	BALSA ZAIDIN
INDICATIVO:	10607
FECHA:	25/08/10

Resultados de los ensayos

MUESTRA	SO_3 (%)
C-Z2 MA-1 2 SACOS 1.10-1.30	0,1256
C-Z3 MA-1 2 SACOS 3.50-3.70	0,1096
C-Z4 MA-1 2 SACOS 2.50-2.80	0,0108
C-Z5 MA-1 2 SACOS 1.50-1.80	0,0130
C-Z6 MA-1 2 SACOS 4.00-4.20	0,0626

CEPASA
Ensayos Geotécnicos, S.A.
Nicolás Copérnico, 12 Polg. Ind. CODEIN
28940-FUENLABRADA – MADRID
Telf: 91-606.88.54 Fax: 609.88.55

Area: GTL. Área de ensayos de laboratorio de geotecnia, ensayos básicos y complementarios 1º, 2º y 3º.
Nº Registro: 03083GTL05.
Area: EHC.b. Área de control del hormigón y componentes: Ensayos básicos y complementarios segundos.
Nº Registro: 03150EHC05.

Este informe consta de sesenta y cinco páginas selladas y numeradas correlativamente de la una a la sesenta y cinco.

Fuenlabrada, 30 de Agosto de 2010

Por la sección GTL.b+c1+c2+c3

Fdo: D. Fco. Cruz Valencia Director Gerente	Fdo: D. M. Ángel Jiménez Sánchez Director Técnico Laboratorio	Fdo: D. Ismael García Cotta Jefe de Área

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.
C/ Nicolás Copérnico nº 12 – Polígono Industrial Codeín, Fuenlabrada.

Área técnica de acreditación: GTL.b+c1+c2+c3. Área de ensayos de laboratorio de geotecnia, ensayos básicos y complementarios 1º, 2º y 3º.
Acreditado por la **Comunidad de Madrid**, fecha de concesión 14 / 04/ 05.
Nº del Registro General de laboratorio acreditado: 03083GTL05.

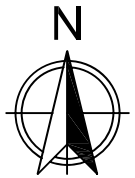
El presente informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio, y sólo afecta a las muestras sometidas a ensayos en la primera página.

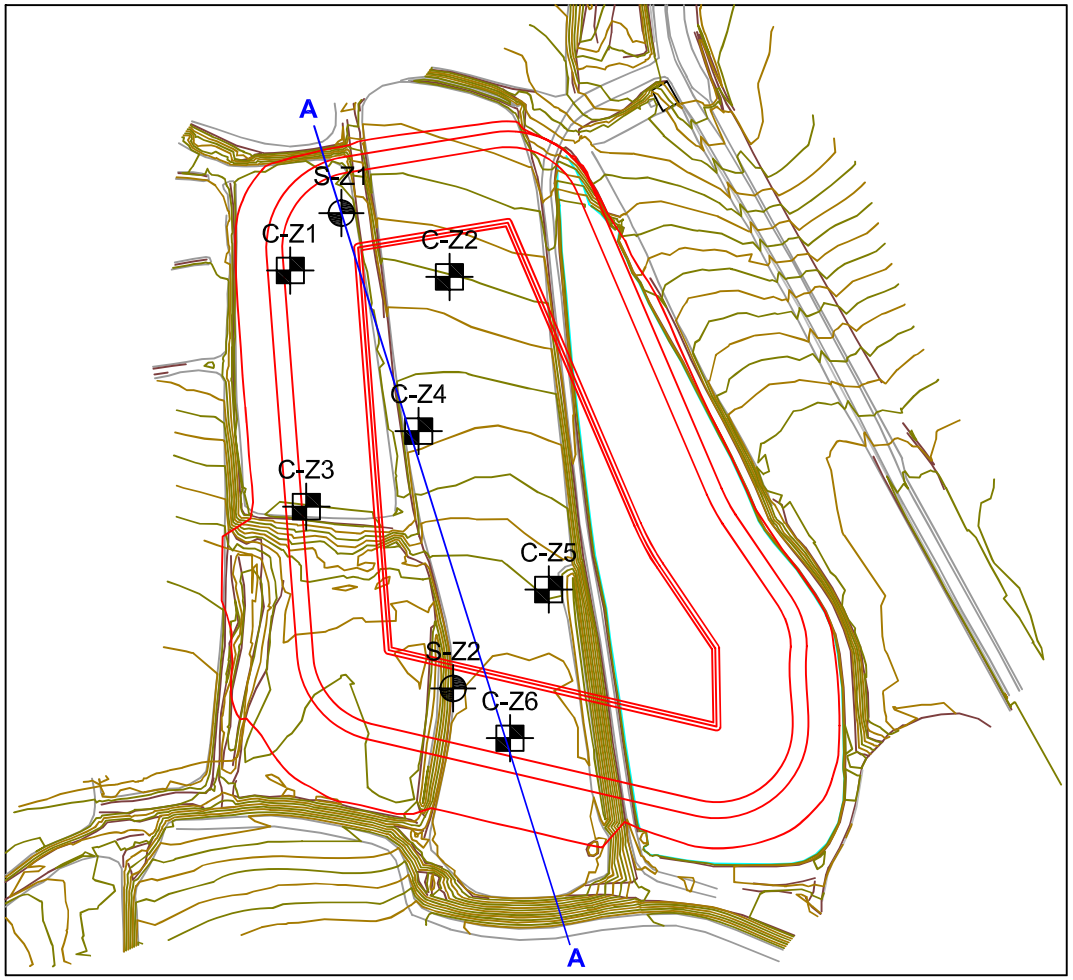
CEPASA Ensayos Geotécnicos, S.A. dispone de un Sistema de Calidad y Gestión Medioambiental certificado de acuerdo a las normas ISO 9001 y 14001 por Bureau Veritas Certification

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

Anejo 5

CORTES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS





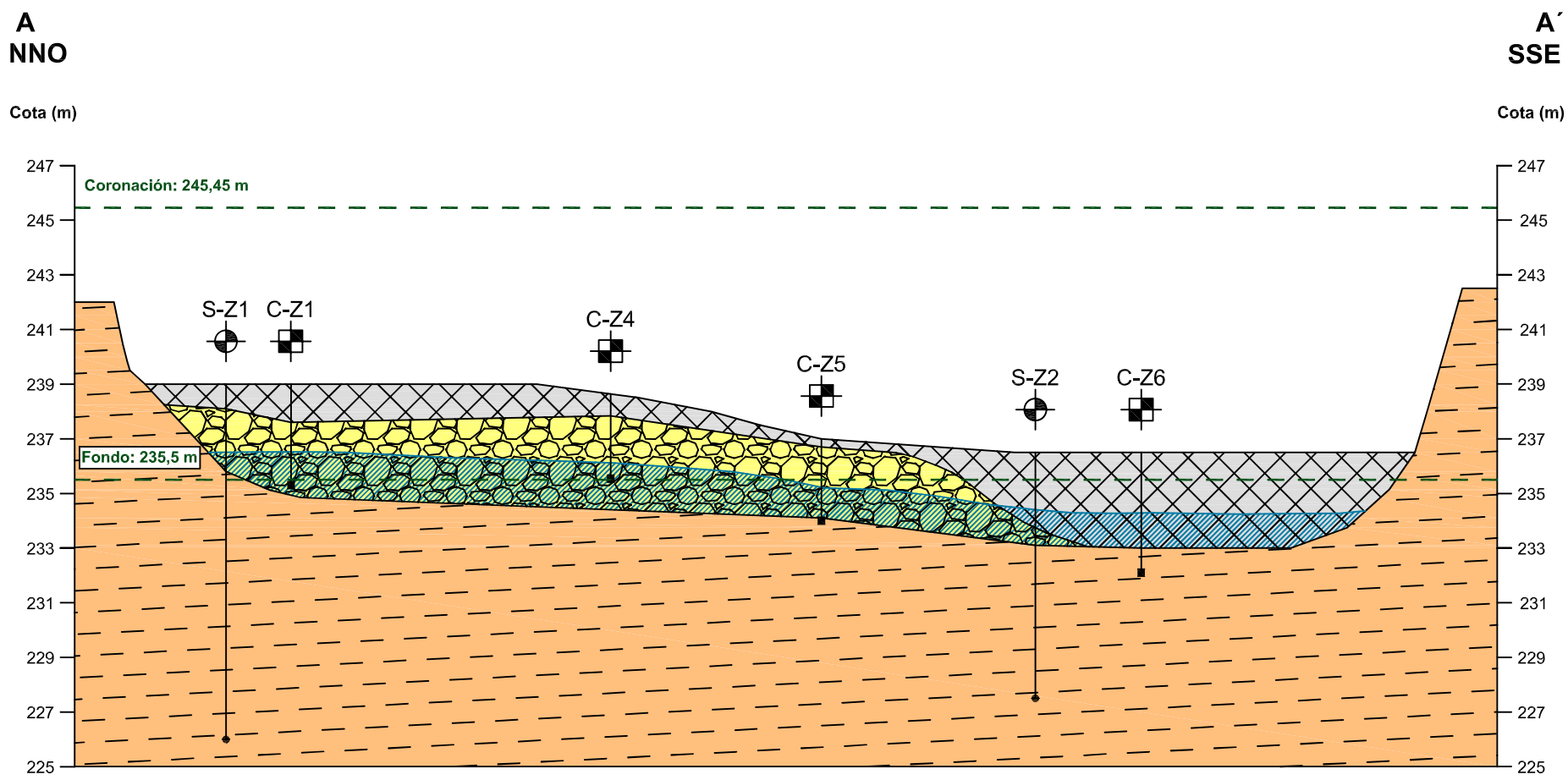
Escala

0 50 100 (m)

SIMBOLOGÍA

CALICATA | SONDEO | A — A´ CORTE A-A´

AUTOR:	CLIENTE:	PROYECTO:	PLANO:	FECHA:	ESCALA:
GHM Consultores	Tragsatec Grupo Tragsa	Estudio geológico-geotécnico y de prospección de materiales, para la construcción de una balsa en el término municipal de Zaidín (Huesca)	ANEJO 5: CORTES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS Plano 1. Localización cortes balsa 15 (Zaidín)	SEPTIEMBRE 2.010	GRÁFICA (METROS)



Escala horizontal

0 20 40 (m)

LEYENDA

UG 0
Tierra vegetal y rellenos antrópicos

UG 1
Aluvial: Gravas con arenas

UG 2
Terciario: Arcillas y limos

SIMBOLOGÍA

CALICATA

SONDEO

Zona de saturación de agua

AUTOR:	CLIENTE:	PROYECTO:	PLANO:	FECHA:	ESCALA:
GHM Consultores	Tragsatec	Estudio geológico-geotécnico y de prospección de materiales, para la construcción de una balsa en el término municipal de Zaidín (Huesca)	ANEJO 5: CORTES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS Plano 2. Balsa 15 (Zaidín) - Corte A - A´	SEPTIEMBRE 2.010	GRÁFICA (METROS)

Anejo 6

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Aspecto de la balsa existente y de las parcelas destinadas a la ampliación prevista.

Fotografía 2. Aspecto de la parcela contigua a la balsa.

Fotografía 3. Aspecto de la parcela ubicada al noroeste de la zona de ampliación prevista.

Fotografía 4. Aspecto de la parcela ubicada al suroeste de la zona de ampliación prevista.

Fotografía 5. Acopio correspondiente a la calicata CZ-1.

Fotografía 6. Acopio correspondiente a la calicata CZ-1.

Fotografía 7. Zanja correspondiente a la calicata CZ-1, en cuyo fondo se aprecia filtración de agua.

Fotografía 8. Emplazamiento de la calicata CZ-1.

Fotografía 9. Acopio correspondiente a la calicata CZ-2.

Fotografía 10. Acopio correspondiente a la calicata CZ-2.

Fotografía 11. Zanja correspondiente a la calicata CZ-2, en cuyo fondo se aprecia filtración de agua.

Fotografía 12. Emplazamiento de la calicata CZ-2.

Fotografía 13. Acopio correspondiente a la calicata CZ-3.

Fotografía 14. Acopio correspondiente a la calicata CZ-3.

Fotografía 15. Zanja correspondiente a la calicata CZ-3.

Fotografía 16. Emplazamiento de la calicata CZ-3.

Fotografía 17. Acopio correspondiente a la calicata CZ-4.

Fotografía 18. Acopio correspondiente a la calicata CZ-4.

Fotografía 19. Zanja correspondiente a la calicata CZ-4, en cuyo fondo se aprecia filtración de agua.

Fotografía 20. Emplazamiento de la calicata CZ-4.

Fotografía 21. Acopio correspondiente a la calicata CZ-5.

Fotografía 22. Acopio correspondiente a la calicata CZ-5.

Fotografía 23. Zanja correspondiente a la calicata CZ-5, en cuyo fondo se aprecia filtración de agua.

Fotografía 24. Emplazamiento de la calicata CZ-5.

Fotografía 25. Acopio correspondiente a la calicata CZ-6.

Fotografía 26. Acopio correspondiente a la calicata CZ-6.

Fotografía 27. Zanja correspondiente a la calicata CZ-6.

Fotografía 28. Emplazamiento de la calicata CZ-6.

Fotografía 29. Emplazamiento del sondeo S-Z1.

Fotografía 30. Caja nº 1 del sondeo SZ-1.

Fotografía 31.Caja nº 2 del sondeo SZ-1.

Fotografía 32. Caja nº 3 del sondeo SZ-1.

Fotografía 33. Caja nº 4 del sondeo SZ-1.

Fotografía 34. Caja nº 5 (final) del sondeo SZ-1.

Fotografía 35. Tapa instalada tras la finalización del sondeo SZ-1.

Fotografía 36. Emplazamiento del sondeo S-Z2.

Fotografía 37. Caja nº 1 del sondeo SZ-2.

Fotografía 38. Caja nº 2 del sondeo SZ-2.

Fotografía 39. Caja nº 3 (final) del sondeo SZ-2.

Fotografía 40. Tapa instalada tras la finalización del sondeo SZ-2.